平成24年6月25日発行（毎月1回25日）　第748号　　　ISSN　1349−547X

建設の施工企画 6

2012 JUNE No.748　JCMA

ライフラインの復旧　特集

- 災害時を考慮した地域モビリティの確保
- 下水道地震・津波対策技術検討委員会の活動紹介
- 下水道管路施設における耐震化技術の有効性評価と今後の技術的課題
- 東日本大震災による道路橋の被災と今後の研究
- プローブデータから見えた道路ネットワークの課題
- 東北地方太平洋沖地震に伴う霞ヶ浦用水施設の被災状況と応急対策の報告
- 東日本大震災における下水道管渠更生工法の追跡調査報告
- 地震時の液状化に対応したマンホール浮上防止対策技術
- 仙台空港アクセス鉄道への震災復旧支援
- 東日本大震災における仙台空港への初動対応と現場管理
- センサネットワーク技術を応用したユビキタス構造モニタリング

一般社団法人 日本建設機械施工協会
（平成24年4月1日 団体名称を変更致しました）

情報化施工研修会のご案内　～ＩＣＴ建設施工の実地研修　～

ＩＣＴを活用した新しい施工技術である情報化施工は、施工品質の向上や熟練度に左右されない高い精度の施工などを実現する方法として、更なる普及が期待されています。２００８年７月、国土交通省が設置した『情報化施工推進会議』は、「情報化施工推進戦略」を提言しましたが、その中でも「人材育成」が非常に重要であることを指摘しています。

一般社団法人日本建設機械施工協会は、３次元データを利用した建設機械制御等に関する実践的な教育により、情報化施工に対応できる技術者を育成することを目的として、「情報化施工研修会」を開催しております。次回の研修会は下記日程で実施することとしておりますので、研修生の募集についてご案内申し上げます。

記

１．開催日程：

平成２４年　６月１４日(木)～１５日(金)（終了）
平成２４年　７月２６日(木)～２７日(金)

２．主　催：一般社団法人　日本建設機械施工協会

３．場　所：一般社団法人　日本建設機械施工協会　施工技術総合研究所（静岡県富士市大渕3154）
『情報化施工・安全教育研修センター』
アクセスマップはこちらです。(→) http://www.cmi.or.jp/cmi/map.htm

４．対　象：建設現場管理者、建設機械オペレータ、その他マシンコントロール（MC）、マシンガイダンス（MG）、トータルステーション（ＴＳ）による出来形管理の体験あるいは習得を希望する方。

５．研修会のコース

コース名	研　修　目　標	受講費用	備　考
TS出来形管理コース （1日間） 定員:20名	○情報化施工の概要を把握する ○**TSによる出来形管理**用データを作成し、実習により出来形管理の基本を習得する	**10,000円/人**	**○CPDS認定研修（6unit）** ○開催期間の初日の1日
実務コース （2日間） 定員:20名	○設計図面を読み**MC、MG用データ作成**をマスターする ○測量データを利用し**データ作成、出来形管理の基本**を習得する ○**実機を用いた実習**によりMC、MG施工の基本を習得する	**一般:50,000円/人** **会員:40,000円/人**	**○CPDS認定研修（14unit）** ○**研修用パソコン**の利用（一人1台） ○「**研修修了証**」を発行 ○**（独）雇用・能力開発機構のキャリア形成促進助成金制度に基づき、受講料及び賃金の助成**を受けられる場合がありますので、**雇用・能力開発機構都道府県センター**等でご確認いただくことをお勧め致します。

・受講資格は特にありませんが、「車両系建設機械(整地・運搬・積み込み用及び掘削用)運転技能講習」修了者であれば、施工機械の運転が可能です。

・旧体験コースを既に受講した方が**実務コースを再受講する場合、35,000円/人**で受講できます。

・受講費用には、建機・機材のレンタル費、パソコンの利用、傷害保険、テキストなどの費用が含まれています。宿泊費、食事代は含みません。

・ヘルメット、安全チョッキは当方で準備します。なお、実習の際は安全靴の着用をお願いしま

す。
・諸般の事情により内容を変更する場合があります。

6．お問合せ先： 一般社団法人　日本建設機械施工協会（担当：河田）
〒105-0011　東京都港区芝公園３丁目５－８（機械振興会館）
TEL:03-3433-1501　　Fax:03-3432-0289
又は、一般社団法人　日本建設機械施工協会　施工技術総合研究所
TEL：0545-35-0212　（担当：研究第三部　上石・鈴木、総務部　引地）

7．お申込み方法：参加申込書（当協会HP(http://www.jcmanet.or.jp)からもダウンロードできます）に必要事項をご記入の上、下記までメール又はFaxにてお申込み下さい。お申し込みは開催日１週間前までにお願いします。申込み受付後、確認メールを送信致します。
〒417-0801　静岡県富士市大渕3154
一般社団法人　日本建設機械施工協会　施工技術総合研究所(担当：総務部 引地)
Fax：0545-35-3719　E-mail：joho-kenshu@cmi.or.jp　TEL：0545-35-0212

「情報化施工研修会」参加申込書　　２０１２年　月　日

No.

(ﾌﾘｶﾞﾅ) 参加者氏名	（年齢：　才）		
機関名(会社名) 所属・役職			
連絡先住所	〒		
	TEL	Fax	
E-mail			
希望日程	※希望の日程に○をお付け下さい １．平成２４年　６月（終了）　２．平成２４年　７月		
希望コース	※希望のコースに○をお付け下さい。 １．ＴＳ出来形管理コース（10,000円/人） ２．実務コース（一般50,000円/人、会員：40,000円/人） ３．実務コース(再受講)　(35,000円/人)		
受講にあたっての確認	※どちらかに○をお付け下さい。 １）「車両系建設機械運転技能講習（整地・運搬・積み込み用及び掘削用)」の修了　・済　・未 ２）パソコン（エクセル等の使用）経験　・あり　・なし		
請求書	※どちらかに○をお付け下さい。 必　要　・　不　要　　通		
	※その他必要な送付書類（見積書、領収書等）をご記入下さい。		
送金日	※あらかじめお分かりでしたらご記入下さい。 月　日　　銀行　　支店より送金		
昼食の希望 （１食４５０円）	※どちらかに○をお付け下さい。 必　要　・　不　要		

※申込の人数が少ない場合、中止する場合があります。また、定員オーバーなどの場合、受付をお断りする場合もありますので、予めご了承願います。

発　売　中

平成24年度版　建設機械等損料表

■発刊　：　**平成24年4月**

■体裁　：　**B5判　モノクロ　684ページ**

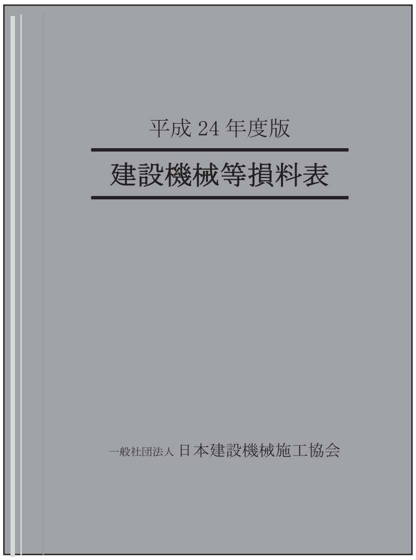
■価格（税込）　：　**7,700円**（一般）　**6,600円**（会員等）

■送料（単価）　：　**600円**（沖縄県を除く日本国内）

＊　複数発注の場合は送料単価を減額します。
＊　沖縄県の方は一般社団法人　沖縄しまたて協会（TEL:098-879-2097）にお申込み下さい。
（沖縄県内送料単価：450円）

■内容

- ・国土交通省制定「建設機械等損料算定表」に基づき編集
- ・機械経費・損料等に関する通達・告示類を掲載
- ・損料表の構成・用語や損料積算例を解説
- ・燃料・電力消費量（率）を掲載
- ・主要建設機械は写真・図で概要を紹介
- ・主要建設機械は「日本建設機械要覧」の関連ページを紹介



★参考（平成24年度版の主要改正点）

- ・損料諸数値を全面改正
- ・バックホウの形式名称と分類コードを変更
- ・空気圧縮機（低圧・定置式・レシプロ型）等を削除
- ・かにクレーン、乳剤スタビライザ、多機能型ロータリ除雪車等を追加掲載
- ・その他

一般社団法人　日本建設機械施工協会

発　売　中

よくわかる建設機械と損料 2012

（平成24年度版　建設機械等損料表 **解説書**）

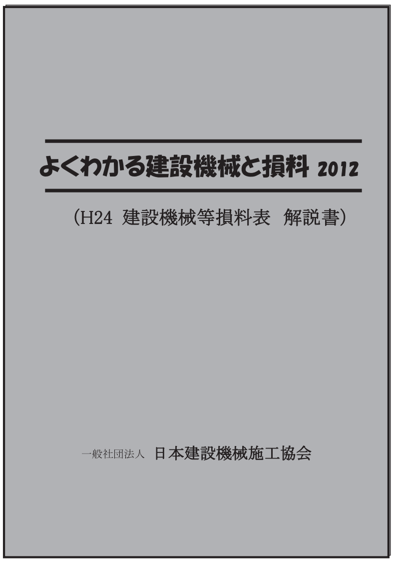
■発刊　：　平成24年5月

■体裁　：　B5判、一部カラー、390ページ

■価格（税込）：　5,460円（一般）、4,620円（会員）

■送料（単価）：　450円（沖縄県を除く日本国内）

＊複数発注の場合は送料単価を減額します。
＊沖縄県の方は一般社団法人沖縄しまたて協会（TEL:098-879-2097）にお申込み下さい。（沖縄県内送料単価：340円）



■本の特長

★損料表の構成・用語の意味、損料補正方法などを平易な表現で解説

★20件の関連通達類の位置付けと要旨を解説

★H24年度版損料表の主な改正・変更点を一覧表にして紹介

★損料表に掲載の機械について、大分類別にコード体系を図示

01　ブルドーザ及びスクレーパ
02　掘削及び積込機
03　運搬機械
04　クレーンその他の荷役機械
05　基礎工事用機械
06　せん孔機械及びトンネル工事用機械
07　モータグレーダ及び路盤用機械
08　締固め機械
09　コンクリート機械
10　舗装機械
11　道路維持用機械
12　空気圧縮機及び送風機
13　建設用ポンプ
15　電気機器
16　ウィンチ類
17　試験測定器
18　橋梁架設用仮設備機器
20　その他の機器
30　作業船
40　ダム施工機械等
50　除雪用機械

★損料表に掲載の各建設機械の概要（機能・特徴）を紹介

★主要建設機械のメーカ・型式名を表にして紹介

★機械の俗称からも、損料表における掲載ページ検索が可能

一般社団法人　日本建設機械施工協会

大口径・大深度の削孔工法の設計積算に欠かせない必携書

大口径岩盤削孔工法の積算

平成２４年度版

∞∞∞　改訂･発刊のご案内∞∞∞

平成 24 年４月　　一般社団法人　日本建設機械施工協会

謹啓、時下益々ご清祥のこととお喜び申し上げます。

平素は当協会の事業推進について、格別のご支援・ご協力を賜り厚く御礼申し上げます。

本協会では、平成２２年５月に「大口径岩盤削孔工法の積算　平成２２年度版」を発刊し、関係する技術者の方々に広くご利用いただいております。

さて、このたび**国土交通省の土木工事積算基準及び建設機械等損料算定表等が改正**され、平成２４年４月１日以降の工事費の積算に適用されること等に伴い、当協会では、内容をより充実し、また解りやすく説明した**「大口径岩盤削孔工法の積算　平成24年度版」**を発刊することと致しました。

つきましては、大口径岩盤削孔工事の設計積算業務に携わる関係各位の皆様に是非ご利用いただきたくご案内申し上げます。　敬　具

◆ **内 容**

平成２４年度版の構成項目は以下のとおりです。

第１編　適用範囲　　第２編　工法の概要　　第３編　アースオーガ掘削工法の標準積算
第４編　ロータリ掘削工法の標準積算　　第５編　パーカッション掘削工法の標準積算
第６編　ケーシング回転掘削工法の標準積算　第７編　建設機械等損料表

◆ **改定内容**

平成２２年度版からの主な改定事項は以下のとおりです。

- 国交省の損料改正に伴う関連箇所の全面改訂
- ダウンザホールハンマ工、ロータリ掘削工法の積算方法の改定
- 工法写真、標準積算例による解りやすい説明
- 施工条件等に対応した新たな岩盤削孔技術事例の追加
- 施工実績の改定

●Ａ４判／約 250 頁（カラー写真入り）

●定価

非会員：5,880 円（本体 5,600 円）

会　員：5,000 円（本体 4,762 円）

※ 学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせて頂きます。

※ 送料は会員・非会員とも

沖縄県以外 450　円

沖縄県 340 円(但し県内に限る)

※ なお送料について、複数又は他の発刊本と同時申込みの場合は別途とさせて頂きます。

●**発刊日　平成 24 年 5 月 17 日**

橋梁架設工事及び設計積算業務の必携書

橋梁架設工事の積算

平成２４年度版

∞∞∞　改訂・発刊のご案内∞∞∞

平成 24 年４月　　一般社団法人　日本建設機械施工協会

謹啓、時下益々ご清祥のこととお喜び申し上げます。

平素は当協会の事業推進について、格別のご支援・ご協力を賜り厚く御礼申し上げます。

さて、このたび国土交通省の土木工事積算基準が改正され、平成 24 年 4 月以降の工事費の積算に適用されることに伴い、また近年の橋梁架設工事の状況、実績等を勘案し、当協会では**「橋梁架設工事の積算　平成24年度版」**を発刊することと致しました。

なお前年度版同様、橋梁の補修・補強工事の積算に際し、その適用範囲や積算手順をわかりやすく解説した**「橋梁補修補強工事積算の手引き　平成24年度版」**を**別冊（セット）で発刊**致します。

つきましては、橋梁架設工事の設計積算業務に携わる関係各位に是非ご利用いただきたくご案内申し上げます。　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　敬　具

◆内容

平成２４年度版の構成項目は以下のとおりです。

〈本編〉第１章　積算の体系
　　　　第２章　鋼橋編
　　　　第３章　ＰＣ橋編
　　　　第４章　橋梁補修
　　　　第５章　橋梁架設用仮設備機械等損料算定表
〈別冊〉橋梁補修補強工事 積算の手引き
　　　（補修・補強工事積算の適用範囲・手順の解説）

◆改訂内容

平成２３年度版からの主な改訂事項は以下のとおりです。

１．鋼橋編

- 横取り設備質量算定式の見直し
- 製作工労務単価の変更に伴う架設用の製作部材単価改訂
- 積算例題の見直し

２．ＰＣ橋編

- 二組桁架設工法「二組桁横取り装置設備」を追加
- プレキャストセグメント主桁組立工の適用範囲拡大
- 片持架設工法荷役設備に「クローラークレーン」追加、工事用エレベータ、荷役設備の供用日数設定方法明示
- 架設支保工工法の供用日数の補正方法の説明図追加
- 積算例題の見直し

●Ｂ５判／本編約 1,100 頁（カラー写真入り）
　　　　　別冊約　120 頁　　セット
●定価
　非会員：8,400 円（本体 8,000 円）
　会　員：7,140 円（本体 6,800 円）
※　別冊のみの販売はいたしません。
※　学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせて頂きます。
※　送料は会員・非会員とも
　　沖縄県以外 600　円
　　沖縄県　450 円（但し県内に限る）
※　なお送料について、複数又は他の発刊本と同時申込みの場合は別途とさせて頂きます。

●発刊日　平成 24 年 5 月 17 日

◆ 日本建設機械施工協会『個人会員』のご案内 ◆

会 費 ： 年間 9,000円

個人会員は、日本建設機械施工協会の定款に明記されている正式な会員で、本協会の目的に賛同され、建設機械・施工技術に関心のある方であればどなたでも入会頂けます。

★個人会員の特典

○「建設の施工企画」を機関誌として毎月お届け致します。(一般購入価格　1冊840円/送料別途)。
「建設の施工企画」では、建設施工や建設機械に関わる最新の技術情報や研究論文、本協会の行事案内・実施報告などのほか、新工法・新機種の紹介や統計情報等の豊富な情報を掲載しています。

○協会発行の出版図書を会員価格(割引価格)で購入できます。

○シンポジウム、講習会、講演会、見学会等、最新の建設機械・建設機械施工の動向にふれることができる協会行事をご案内するとともに、会員価格(割引価格)で参加できます。

今後、続々と個人会員の特典を準備中です。この機会に是非入会下さい!!

◆ 一般社団法人 日本建設機械施工協会について ◆

一般社団法人 日本建設機械施工協会は、建設事業の機械化を推進し、国土の開発と経済の発展に寄与することを目的として、昭和25年に設立された公益法人です。国土交通省および経済産業省の指導監督のもと、建設の機械化に係わる各分野において調査・研究、普及・啓蒙活動を行い、建設の機械化や施工の安全、環境問題、情報化施工、規格の標準化案の作成などの事業のほか、災害応急対策の支援等による社会貢献などを行っております。

今後の建設分野における技術革新の時代の中で、より先導的な役割を果たし、わが国の発展に寄与してまいります。

一般社団法人 日本建設機械施工協会とは…

○建設機械及び建設機械施工に関わる学術研究団体です。(特許法第30条に基づく指定及び日本学術会議協力学術研究団体)
○建設機械に関する内外の規格の審議・制定を行っています。(国際標準専門委員会の国内審議団体(ISO/TC127、TC195、TC214)、日本工業規格(JIS)の建設機械部門原案作成団体、当協会団体規格「JCMAS」の審議・制定)
○建設機械施工技術検定試験の実施機関に指定されています。(建設業法第27条)
○災害発生時には会員企業とともに災害対処にあたります。(国土交通省各地方整備局との「災害応急対策協定」の締結)
○付属機関として「施工技術総合研究所」を有しており、建設機械・施工技術に関する調査研究・技術開発にあたっています。また、高度な専門知識と豊富な技術開発経験に基づいて各種の性能試験・証明・評定等を実施しています。
○北海道から九州まで全国に8つの支部を有し、地域に根ざした活動を展開しています。

■会員構成

会員は日本建設機械施工協会の目的に賛同された、個人会員(個人:建設施工や建設機械の関係者等)、団体会員(法人・団体等)ならびに支部団体会員で構成されており、協会の事業活動は主に会員の会費によって運営されています。

■主な事業活動

・学術研究、技術開発、情報化施工、規格標準化等の各種委員会活動。
・建設機械施工技術検定試験の実施。
・機関誌「建設の施工企画」をはじめ各種技術図書・専門図書の発行。
・建設機械と施工技術展示会“CONET”の開催。除雪機械展示会の開催。
・シンポジウム、講習会、講演会、見学会等の開催。海外視察団の派遣。　etc.

■主な出版図書

・建設の施工企画(月刊誌)
・日本建設機械要覧
・建設機械等損料表
・建設機械図鑑
・建設機械用語集
・地球温暖化対策 省エネ運転マニュアル
・建設施工における地球温暖化対策の手引き
・建設機械施工安全技術指針本文とその解説
etc.

その他、日本建設機械施工協会の活動内容はホームページでもご覧いただけます ！

http://www.jcmanet.or.jp/

※お申し込みには次頁の申込用紙を使用してください。

【お問い合せ・申込書の送付先】
一般社団法人 日本建設機械施工協会 個人会員係
〒105-0011 東京都港区芝公園3－5－8 機械振興会館
TEL:(03)3433-1501　FAX:(03)3433-0401

一般社団法人 日本建設機械施工協会 個人会員係 行
FAX ：(03)3433－0401

一般社団法人 日本建設機械施工協会会長 殿

下記のとおり、日本建設機械施工協会個人会員に入会します。

平成　　年　　月　　日

個人会員入会申込書

ふりがな		生年月日
氏名（自署）		大正 昭和 平成　　年　　月　　日
機関誌の送付先	A. 勤務先　　B. 自宅　　（ご希望の送付先に○印で囲んで下さい。） ※「勤務先」に送付の場合は下記（A）の項目に、「自宅」に送付の場合は下記（B）の項目にご記入下さい。	
（A）勤務先名		
（A）所属部課名		
（A）勤務先住所	〒 TEL ＿＿＿＿＿＿＿＿　E-mail ＿＿＿＿＿＿＿＿	
（B）自宅住所	〒 TEL ＿＿＿＿＿＿＿＿　E-mail ＿＿＿＿＿＿＿＿	
その他連絡事項	平成　　年　　月より入会	

【会費について】 年間 9,000円

○会費は当該年度前納となります。年度は毎年4月から翌年3月です。
○年度途中で入会される場合、会費は年度末（3月）までの月割りで計算致します。
○会費には機関誌「建設の施工企画」の費用（年間12冊）が含まれています。
○退会のご連絡がない限り、毎年度継続となります。退会の際は必ず書面にてご連絡下さい。
　また、住所変更の際はご一報下さるようお願い致します。

【その他ご入会に際しての留意事項】

○個人会員は、定款上、本協会の目的に賛同して入会する個人です。 ○入会手続きは本協会会長宛に入会申込書を提出する必要があります。 ○会費額は総会の決定により変更されることがあります。 ○次の場合、会員の資格を喪失します：1.退会届が提出されたとき。2.後見開始又は保佐開始の審判をうけたとき。3.死亡し、又は失踪宣言をうけたとき。4.1年以上会費を滞納したとき。5.除名されたとき。 ○資格喪失時の権利及び義務：資格を喪失したときは、本協会に対する権利を失い、義務は免れます。ただし未履行の義務は免れることはできません。 ○退会の際は退会届を会長宛に提出しなければなりません。 ○拠出金の不返還：既納の会費及びその他の拠出金品は原則として返還いたしません。

【個人情報の取扱について】

ご記入頂きました個人情報は、日本建設機械施工協会のプライバシーポリシー（個人情報保護方針）に基づき適正に管理いたします。本協会のプライバシーポリシーは http://www.jcmanet.or.jp/privacy_policy.htm をご覧下さい。

http://www.jcmanet.or.jp/

JCMA

建設の施工企画

2012 年 6 月号　No. 748

目　次

ライフラインの復旧　特集

3　*巻頭言*　二度の大震災の経験を経てライフライン地震対策の一層の充実を…　能島　暢呂

4　災害時を考慮した地域モビリティの確保　…　秋村成一郎・野津　隆太・竹浪　仁

8　下水道地震・津波対策技術検討委員会の活動紹介
下水道施設の復旧及び今後の対津波対策に向けた提言　………………………………　桝井　正将

13　下水道管路施設における耐震化技術の有効性評価と今後の技術的課題…　深谷　渉

20　東日本大震災による道路橋の被災と今後の研究　…………………………　星隈　順一

25　プローブデータから見えた道路ネットワークの課題
…………………………………………………　上坂　克巳・橋本　浩良・塚田　幸広

30　東北地方太平洋沖地震に伴う霞ヶ浦用水施設の被災状況と応急対策の報告…　西川　隆司

36　東日本大震災における下水道管渠更生工法の追跡調査報告
SPR 工法・オメガライナー工法　…………………………………………………　河野　通久

41　地震時の液状化に対応したマンホール浮上防止対策技術　……………　池田　匡隆

45　仙台空港アクセス鉄道への震災復旧支援　……………………………　諏訪内幹男

51　東日本大震災における仙台空港への初動対応と現場管理　……………　北原　正俊

55　センサネットワーク技術を応用したユビキタス構造モニタリング…　倉田　成人

60　*特別報文*　日本統治時代台湾における台北飛行場建設　………………………　井上　敏孝

66　*交流の広場*　東日本大震災における自動車リサイクル業界の対応　……………　北島　宗尚

70　*ずいそう*　意外な程に冷静？　………………………………………………　渡邉　学

71　*ずいそう*　継続の大切さと責任　……………………………………………　島田　延昭

72　*CMI 報告*　コンクリート構造物の塩害対策への取り組み　……　渡邉　晋也・谷倉　泉

75　*部会報告*　ISO/TC 127（土工機械）2012 年 3 月フランス国パリ西郊
クールブヴォア市での国際作業グループ会議報告
……………………………標準部会 ISO/TC 127 土工機械委員会国際専門家（Expert）

86　**新工法紹介**　……………………………機関誌編集委員会

90　**新機種紹介**　……………………………機関誌編集委員会

96　**統　　計**　建設工事受注額・建設機械受注額の推移
……………………………………………機関誌編集委員会

97　**行 事 一 覧**（2012 年 4 月）

100　**編 集 後 記**　……………………………………（田岡・渥美）

◇表紙写真説明◇

セメント系改良土による下水道管きょ耐震化

写真提供：国土技術政策総合研究所

下水道管路は，地震時に埋め戻し部が液状化することで，路面陥没やマンホール浮上，管きょの損傷等が発生し，トイレの使用制限や車両の通行障害を引き起こす。東日本大震災においても，東北から関東にかけての広い範囲で液状化現象による管きょ被害が生じたが，管きょの埋め戻し部をセメント系改良土で固化する液状化対策を施工した自治体では，その効果が発揮され被害が軽微であった。

2012 年（平成 24 年）6 月号 PR 目次

【ア】
朝日音響㈱……………………………… 表紙 2
HBC-radiomatic Japan ㈱ …………… 後付 9
【カ】
カヤバシステムマシナリー㈱……… 後付 10
コベルコ建機㈱………………………… 後付 1
コマツ…………………………………… 表紙 4
【タ】
大和機工㈱……………………………… 後付 8
㈱鶴見製作所…………………………… 後付 6
デンヨー㈱……………………………… 後付 7
【マ】
マシン ケアテック㈱ ……………… 後付 2,3
マルマテクニカ㈱……………………… 後付 5
三笠産業㈱……………………………… 後付 4
㈱三井三池製作所……………………… 表紙 3
【ヤ】
吉永機械㈱……………………………… 後付 8

一般社団法人への移行と名称変更のお知らせ

拝啓，時下ますますご清祥のこととお慶び申し上げます。平素は，当会の活動に格別のご高配を賜り厚く御礼申し上げます。

さて，当会は，平成 24 年 3 月 28 日付けにて内閣府より「一般社団法人及び一般財団法人に関する法律」に基づく「一般社団法人」への移行が認可され，4 月 1 日に「一般社団法人 日本建設機械施工協会」へと移行しました。

今後とも，建設機械及び建設施工に関する技術等の向上と普及に一層の努力をしてまいりますので，よろしくお願い申しあげます。

敬具

一般社団法人 日本建設機械施工協会
会長　辻　靖三

平成 24 年度「建設施工と建設機械シンポジウム」論文・ポスターセッション発表募集のご案内

“建設機械と施工法”に関する技術の向上を目的に，技術開発，研究成果の発表の場として「建設施工と建設機械シンポジウム」を毎年開催しております。本シンポジウムでは，「社会を支える建設施工と建設機械」をテーマとし，以下の 6 項目に関連する発表論文・ポスターの募集を行っています。

①災害，防災，復旧・復興　② ICT の利活用　③品質確保とコスト縮減　④環境保全，省エネルギー対策　⑤安全対策　⑥維持・管理・補修

ぜひご参加ください。

会期：平成 24 年 11 月 7 日(水)
～ 11 月 8 日（木)

会場：機械振興会館

詳細問い合わせ先：
一般社団法人日本建設機械施工協会
シンポジウム実行委員会事務局　河田
TEL：03-3433-1501
FAX：03-3432-0289
http://www.jcmanet.or.jp

第 13 回建設ロボットシンポジウム　論文募集のご案内

わが国の建設産業における建設ロボット分野の技術革新と建設生産システムの先進化を促進するため，総合テーマ「建設産業をリードするロボット技術＆情報通信技術」に，今回はサブテーマ「巨大災害を越えて明日の日本を創る建設ロボット」を掲げております。関連する各分野からの積極的な論文のご応募とご参加を頂きたく，ご案内申し上げます。

1. シンポジウム開催日
平成 24 年 9 月 11 日（火)

2. 論文募集内容
①建設生産についての将来展望　②計画・設計・管理技術　③新領域への取り組みとアプリケーション　④ライフサイクルへの適用　⑤ロボット・キーテクノロジー

3. 論文要旨提出締切日
平成 24 年 1 月 27 日（金）；終了

4. 本論文提出締切日
平成 24 年 4 月 27 日（金）；終了（査読結果は 6 月頃通知)

5. 登録料：20,000 円

詳細問い合わせ先：
一般社団法人日本ロボット工業会
建設ロボットシンポジウム事務局
TEL ：03-3434-2919
FAX：03-3578-1404
http://www.jara.jp/

平成 24 年度建設機械施工技術検定試験 －1・2 級建設機械施工技士－

平成 24 年度 1・2 級建設機械施工技術検定試験を次の通り実施いたします。

この資格は，建設事業の建設機械施工に係る技術力や知識を検定します。(以下の記載内容は概略ですので，詳細は当協会ホームページを参照又は電話による問合せをしてください。)

1. 申込み方法
所定の受検申込み用紙に必要事項を記載し，添付書類とともに郵送。
平成 24 年 2 月 1 日から 3 月 30 日まで，受検申込み用紙等を含む「受検の手引」一式を当協会等で販売しました。

2. 申込み受付
4 月 6 日；終了

3. 試験日
学科試験：平成 24 年 6 月 17 日；終了
実地試験：平成 24 年 8 月下旬から 9 月中旬
※実地試験は，学科試験合格者のみ受検でき，日程は 8 月上旬に決定，通知します。

詳細問い合わせ先：
一般社団法人日本建設機械施工協会
試験部
TEL：03-3433-1575
http://www.jcmanet.or.jp

巻頭言

二度の大震災の経験を経て ライフライン地震対策の一層の充実を

能島暢呂

日本付近で起きる地震のタイプは内陸活断層地震と海溝型地震に大別されるが，わが国は16年間の時を隔てて，奇しくもその両方による大震災を経験した。1995年1月17日兵庫県南部地震（M = 7.3）による阪神・淡路大震災と2011年3月11日東北地方太平洋沖地震（M = 9.0）による東日本大震災である。阪神・淡路大震災では都市直下地震の激烈な地震動により10万棟以上の住家全壊をもたらしたが，被災地の範囲はおよそ50 km程度で局地的であった。これに対して東日本大震災は約10倍にあたる500 km以上の範囲に及ぶ広域巨大災害となった。

ライフラインは両震災で甚大な被害を受け，災害対応の遅れ，医療活動への支障，市民の生活支障，各種産業の業務支障，サプライチェーンの寸断による社会経済的影響などが大きな問題となった。電気・水道・ガスの供給系ライフラインの停止規模を「東日本大震災÷阪神・淡路大震災」の比率で比較してみよう。停電は3.4倍（891万戸／260万戸），断水は1.7倍（220万戸／126万戸）と大きく上回った。都市ガス停止については0.54倍（45.8万戸／85.6万戸）と下回っているが，これは東北地方の都市ガス普及率が低いためである。なお東日本大震災での津波浸水世帯数は約21万世帯，住家全壊は約13万棟と報告されており，上記のライフライン被害はこれらの数値をはるかに上回っている。沿岸部では津波による設備破損・流出，漂流物の衝突による設備損壊，浸水による設備損傷など，津波災害としての側面が支配的であった一方で，地震動や液状化による内陸部の物理的被害がこれに加わり，それらの影響がネットワークを通じてシステム全体に広がった結果である。

ライフライン機能の復旧過程については，阪神・淡路大震災では埋設管の被害数が膨大であったことに加えて，倒壊家屋による路面閉塞や交通渋滞が大きな復旧支障となり，復旧作業は長期戦となった。東日本大震災では埋設管の被害自体は比較的少なかったが，津波によるがれき堆積や被害の広域性ゆえに復旧作業はやはり厳しい条件下に置かれた。その中で国土交通省が「くしの歯作戦」と称される道路啓開戦略を展開し，ライフライン復旧の初動体制確立に大きく貢献したことは特筆に値する。地震翌日には東北自動車道と国道4号線による南北方向の幹線機能と東西方向の11ルートが確保され，太平洋沿岸の主要都市への交通アクセスが可能となった。さらに沿岸地域の南北方向の国道45号においては，津波で流出した橋梁での応急組立橋の設置や，迅速ながれき撤去作業によって，1週間以内にほぼ通行可能となった。これは事前の応援協定や地元建設業者の協力の賜物であった。

そして全国規模での復旧支援が組織的に展開された結果，95％復旧率（＝復旧戸数／延べ停止戸数）の達成には，電力で7日，水道で41日，都市ガスで36日（一部地域を除く）を要した。阪神・淡路大震災での95％復旧率達成にはそれぞれ3日，43日，71日を要したことから，ほぼ同じ傾向を示しているといえる。ライフライン依存が深まり，各方面で事業継続計画（BCP）の策定が進められつつある近年では，ライフライン機能の早期復旧への社会的要請はますます強まっており，これ以上の復旧遅延は受容されないという目安として捉えることができるかも知れない。

二度の大震災を経験し，いよいよ「想定外」は許されない状況となった。南海トラフ沿いの海溝型巨大地震の被害想定においては，東海・東南海・南海の三連動地震にとどまらず，巨大津波を発生する海溝軸寄りの断層すべり領域も考慮されている。太平洋沿岸部の広域津波災害，中国四国～関東の連担都市圏での広域地震災害，内陸部での広域地盤災害などを含む「超広域複合巨大災害＝西日本大震災」が現実味を帯びて感じられるようになった。首都直下地震の発生確率や推定震度分布の見直しも相次いで発表されている。来たるべき地震に備えて，事前対策としてライフライン施設の脆弱性をいかに低減できるか，事後対策としてレジリエンシー（回復力）をいかに高めることができるか，今後，わが国の地震防災力が問われる時期を迎える。

――のじま　のぶおと　岐阜大学　工学部　教授――

特集>>> ライフラインの復旧

災害時を考慮した地域モビリティの確保

秋 村 成一郎・野 津 隆 太・竹 浪 仁

国土交通省総合政策局参事官室（総合交通体系）では，平成20年度より毎年度，「**地域のモビリティ確保の知恵袋**」を作成し，地方自治体等の各種交通政策を支援している。過去の3冊は平常時を対象としたが，第4冊は昨年3月の東日本大震災を受け，政府の公表資料，報道資料，現地の21機関へのヒアリング調査等から交通関連情報を抽出した上で「**5つの時間帯**」と「**7つの取り組み**」を用いて分類し，災害対策に特化した知恵袋として取りまとめた。本稿では，震災後の住民の避難行動を交通面から考察するとともに，第4冊「地域のモビリティ確保の知恵袋2012～災害時も考慮した「転ばぬ先の杖」～」のねらい，作成経過，対策の内容，今後の課題について述べる。

キーワード：総合交通，地域モビリティ，知恵袋，東日本大震災，パーソナル・モビリティ，個別交通，リスク管理，危機管理

1. はじめに

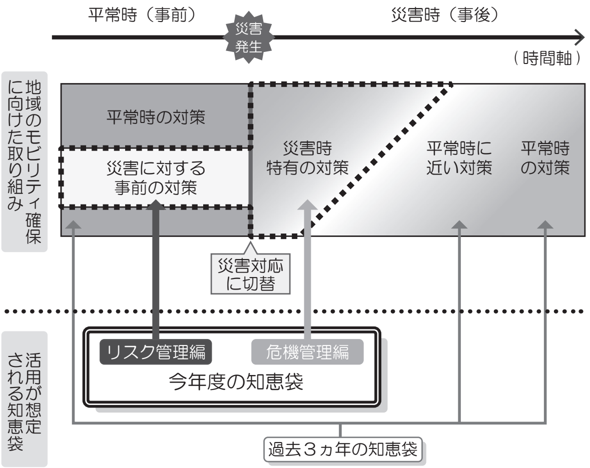
国土交通省総合政策局参事官室（総合交通体系）では，5年に1度，国勢調査に合わせて実施する「全国幹線旅客純流動調査」などの統計調査や，それらと社会，経済等各分野の統計データを用いて一括分析する「総合交通分析システム（NITAS）」，ICT（位置特定技術，u-code，スマートフォン等の携帯情報端末等）を活用した歩行者移動支援まで，総合交通体系に関する様々な段階の業務を幅広く担当している。

その一環として，「地域のモビリティ確保の知恵袋（以下「**知恵袋**」という。）」を平成20年度から作成している。

知恵袋の目的は，地域の人々の安全・安心な生活を交通の面から支え，地域活力の持続・向上を目指すことであり，そのための事例集として，地域モビリティ確保に向けた総合的な交通施策や取組みを地方自治体等が効果的に計画・実施するための基礎的な情報・工夫・ノウハウを取りまとめたものである。

各冊の内容は，第1冊（平成20年度）：効果的に計画・実施するための基礎的な情報・ノウハウ；第2冊（平成21年度）：計画づくりに関する工夫・ノウハウ；第3冊（平成22年度）：多様な主体の合意形成に関する工夫・ノウハウ，である。

第4冊（以下「**災害対策知恵袋**」という。）は，東日本大震災を受け，災害対策に特化したものであり，発刊目的は「この知恵袋を参考に，出来るだけ早く，地方自治体等が独自に交通危機管理行動要領を作成，または，地域防災計画に織り込む」ことを推奨することである（**図—1**）。理由は明瞭で，交通に関する「まさかの時」の対応をしっかりと定め，かつ訓練している自治体が意外と少ないからである。



図—1 各年度「知恵袋」の適用範囲

2. 交通面からみた住民の避難行動

ここで，岩手，宮城，福島の3県で内閣府が実施した面接調査[1]をもとに，東日本大震災後の住民の避難行動を交通面から考察する（数値は3県の平均）。

(1) 避難のための移動手段

最初に，避難のための移動手段については，事前に住民が想定していたのは，①徒歩（67%），②自家用車（29%），③自転車・自動二輪車（2%）であったのに対し，実際の一次避難（地震発生時にいた場所から一次避難所への移動）では，①自家用車（55%），②徒歩（39%），③自転車・自動二輪車（2%）と1，2位が逆転している。なお，二次避難以降（二次避難所への移動とその後の移動）を「延べ」でみると，①徒歩（56%），②自家用車（37%），③自転車・自動二輪車（2%）と，事前想定に近い割合となっている。

調査結果から分かることは，①想定とは逆に，住民の過半数が自家用車を用いて一次避難をした一方，二次避難以降は想定に近くなり徒歩が過半数となったこと，②自転車・自動二輪車がいずれの場合にも2%程度と意外に少ないこと，の2点が挙げられる。

(2) 自家用車で避難した理由

次に，自家用車で避難した理由として，①車で避難しないと間に合わないと思った（34%），②家族で避難しようと思ったから（32%），③「平時」の移動には車を使っているから（23%）の順位だった。このことから，避難のための移動手段の選択条件として，移動速度，複数人同時，平常時から使い慣れている交通具（搬具）であること，の3点が浮かび上がる。

①の割合が大きかった理由としては，今回の避難が主に津波によるものであることが影響していると考えられる。なお，予想される津波の高さの情報を，約7割の住民が防災行政無線かラジオから入手している。また，「数名でまとまって避難した」住民の割合が75%で，「ひとりで避難した」19%を大きく上回っている。さらに，いつでも利用できる自家用車を82%の住民が所有していると答えている。

(3) 避難時の障害

次に，避難する時に障害となったこと（複数回答可）を「特になかった」との回答を除いて計算すると，①「車の渋滞」（29%）が最も多く，②「地震による道路の被害や道路上の瓦礫」（17%），「自宅・建物内の散乱した家具や生活用品など」並びに「津波が運んできた漂流物や瓦礫」がそれぞれ9%となっている。また車で避難して渋滞に遭った割合は34%に上っている[2)]。

このことから，実際の一次避難の移動に最も多く使われた自家用車は，道路の整備水準と交通需給バランス，被災時の瓦礫等の障害物の状況などによっては，必ずしも推奨される交通具ではないと考えられる。

(4) 推奨される避難のための移動手段の3条件

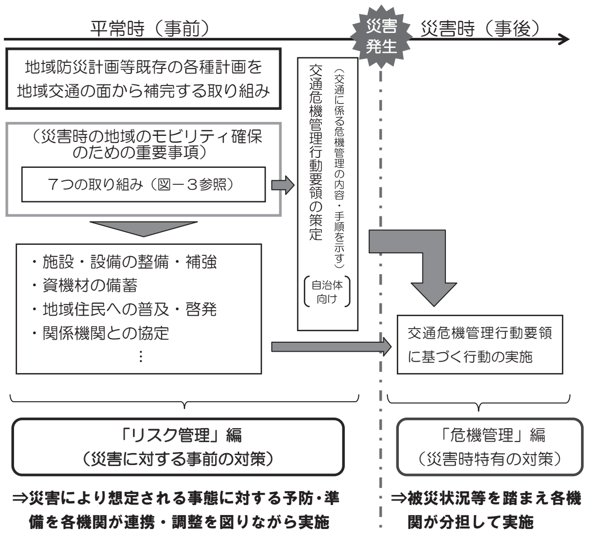
以上をまとめると，①移動速度が高い，②複数人が同時に移動可能，③平常時から使い慣れている交通具（搬具）のうち自家用車より小回りの利くもの，の3条件を満たす移動手段としての**パーソナル・モビリティ**（個別交通の交通具）を推奨すべきと考える。

なお，**パーソナル・モビリティ**を今後選定し普及させる場合，電力や燃料の供給停止や不足に柔軟に対応できるとともに，1週間〜数か月に及ぶ避難所生活を支え，かつ平常時における福祉を含む他分野での活用を含めた持続可能なシステムとして検討する必要がある。

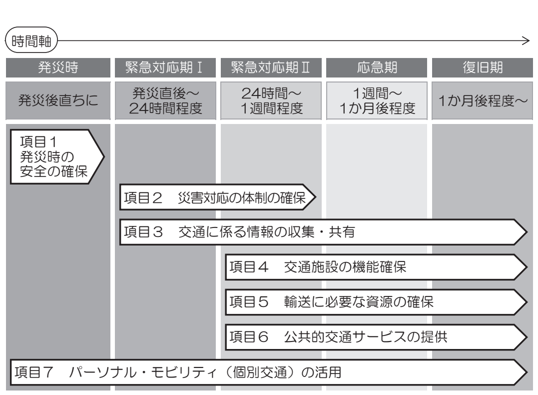
3.「災害対策知恵袋」の構成と取りまとめ方針

今回の災害対策知恵袋は，読者の理解を容易にするため，大きく「**リスク管理編**」（災害に対する事前の対策）と「**危機管理編**」（災害時特有の対策）に分けることとした（**図—2**）。

次に，収集した情報の整理と対策の立案を，被災地域により差はみられるものの，次の「**5つの時間帯**」に分けて行うこととした（**図—3**）：①発災時（発災



図—2 「災害対策知恵袋」の全体構成



図—3 「5つの時間帯」と「7つの取り組み」

発災時	緊急対応期Ⅰ	緊急対応期Ⅱ	応急期	復旧期
発災時直ちに	発災直後～24時間程度	24時間～1週間程度	1週間～1か月後程度	1か月後程度～
自助	共助		公助	

R　リスク管理		E　危機管理	
項目1	発災時の安全の確保	項目1	発災時の安全の確保
R-1-1	災害時の乗客の安全確保策の整備	E-1-1	乗客の安全確保
R-1-2	災害時の職員の安全確保策の整備	E-1-2	職員の安全確保
項目2	災害対応の体制の確保	項目2	災害対応の体制の確保
R-2-1	災害対応の組織体制の整備	E-2-1	災害対応の組織体制の確立
R-2-2	災害対応の拠点施設の整備	E-2-2	災害対応拠点の確保
R-2-3	災害時の通信・連絡手段の整備	E-2-3	通信・連絡手段の確保
項目3	交通に係る情報の収集・共有	項目3	交通に係る情報の収集・共有
R-3-1	災害時の交通に係る情報収集・伝達体制の整備	E-3-1	交通に係る情報収集・伝達
R-3-2	災害時の地域住民への交通情報提供体制の整備	E-3-2	地域住民への交通情報の提供
項目4	交通施設の機能確保	項目4	交通施設の機能確保
R-4-1	災害時の道路の安全確保体制の整備	E-4-1	道路の安全確保
R-4-2	災害時の交通規制体制の整備	E-4-2	交通規制の実施
項目5	輸送に必要な資源の確保	項目5	輸送に必要な資源の確保
R-5-1	災害時の燃料確保体制の整備	E-5-1	燃料の確保
R-5-2	災害時の車両確保体制の整備	E-5-2	車両の確保
R-5-3	災害時の乗務員確保体制の整備	E-5-3	乗務員の確保
項目6	公共的交通サービスの提供	項目6	公共的交通サービスの提供
R-6-1	災害時の被災者の避難所への移動手段の想定	E-6-1	被災者の避難所への移動手段の提供
R-6-2	災害時の軽症者の医療機関への移動手段の想定	E-6-2	軽症者の医療機関への移動手段の提供
R-6-3	災害時の家族等の安否確認のための移動手段の想定	E-6-3	家族等の安否確認のための移動手段の提供
R-6-4	災害時の通院のための移動手段の想定	E-6-4	通院のための移動手段の提供
R-6-5	災害時の入浴のための移動手段の想定	E-6-5	入浴のための移動手段の提供
R-6-6	災害時の行政手続きのための移動手段の想定	E-6-6	行政手続きのための移動手段の提供
R-6-7	災害時の通学のための移動手段の想定	E-6-7	通学のための移動手段の提供
R-6-8	災害時の買い物のための移動手段の想定	E-6-8	買い物のための移動手段の提供
R-6-9	災害時の多目的な移動のための移動手段の想定	E-6-9	多目的な移動のための移動手段の提供
R-6-10	災害時の路線バスの運行体制の整備	E-6-10	路線バスの運行
R-6-11	災害時の鉄道代替輸送の実施体制の整備	E-6-11	鉄道代替輸送の実施
R-6-12	災害時を考慮した地域の共助の取り組みの支援	E-6-12	地域の共助の取り組みの支援
			地域住民・NPO等による自発的な取り組みが行われる部分
項目7	パーソナル・モビリティ（個別交通）	項目7	パーソナル・モビリティ（個別交通）の活用
R-7-1	災害時の活用を想定した個別交通の普及啓発	E-7-1	個別交通の支援
			住民が自発的による自発的な取り組みが行われる部分

図―4　「リスク管理」編と「危機管理」編の項目一覧

後直ちに)，②緊急対応期Ⅰ（発災直後～ 24 時間程度)，③緊急対応期Ⅱ（24 時間～ 1 週間程度)，④応急期（1 週間～ 1 か月程度)，⑤復旧期（1 か月後以降)。

その上で，収集した情報を次の「**7 つの取り組み**」に分類した:【取り組み項目 1】発災時の安全確保，【同項目 2】災害対応の体制の確保，【同項目 3】交通に係る情報の収集･共有，【同項目 4】交通施設の機能確保，【同項目 5】輸送に必要な資源の確保，【同項目 6】公共的交通サービスの提供，【同項目 7】パーソナル・モビリティ（個別交通）の活用（**図― 3**)。

4. 災害時特有の移動目的

平常時の主な移動目的は，通勤・通学，業務，通院，買物，観光・レジャー（日常生活圏外)，食事・社交・娯楽（日常生活圏内)，帰宅である（順不同)。

これに対し，今回収集した情報をもとに抽出した災害時特有の 11 の移動目的（不特定多数を対象とした公共的交通関連）を**表― 1** に示した。時系列で整理すると，緊急対応期Ⅰ・Ⅱ（発災直後～ 1 週間程度)：5 目的，応急期（1 週間～ 1 か月程度)：4 目的，復旧期（1 か月後以降)：2 目的となる。

表― 1　災害時特有の移動目的

概ねの提供開始時期	対応した主な移動目的（想定を含む）	主な担い手
緊急対応期Ⅰ・Ⅱ（発災後概ね 1 週間）	被災者の避難所への輸送	交通事業者
	負傷者の医療機関への輸送	
	被災地へのボランティアの輸送	
	避難所への物資の輸送	自治体，他の行政体
	行方不明者捜索（他の避難所等への移動）	
応急期（発災後概ね 1 週間から 1 か月まで）	内陸部への避難	交通事業者
	内陸部からの家族の見舞（救援物資を届ける）	
	自衛隊が設置した入浴施設へ入浴	自治体，他の行政体
	行方不明者捜索（遺体安置所送迎バス）	自治体
復旧期（発災後概ね 1 か月以降）	内陸部への避難者が被災地の自宅へ一時帰宅	行政，NPO，他
	被災に伴う役所手続き	自治体

これら 11 移動目的は，前述「7 つの取り組み」中，「項目 6　公共的交通サービスの提供」に反映させて対策を整理した。

5.「リスク管理」編・「危機管理」編

以上の整理のもとに，災害に対する事前の対策，災害時特有の対策を各 25 項目に整理（**図― 4**）し，それぞれリスク管理編と危機管理編としてまとめた。また各地の対策事例をコラムとして挿入した。今後，地方自治体等に活用いただくことを期待している。

6. おわりに

パーソナル・モビリティは，避難移動はもとより，避難所での生活を支える重要な交通具である。今後平常時を含めた持続可能なシステムを検討すべきである。

また，災害対策知恵袋は主に地方都市圏の自治体関係者向けにまとめたものだが，大都市圏所在の自治体や全国の各種交通事業者にも一読をお勧めしている。

この知恵袋を通してご理解いただきたいことは唯一点「平常時にちゃんとやらないと，災害時には何もできない。」ということである。そういう意味で，「自分達だったらどうしよう」を考えるきっかけになれば幸いである。

最後に，知恵袋を含む当参事官室（総合交通体系）の取り組みについては，次の URL をご覧頂きたい：

http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/soukou/index.html

JCMA

《参 考 文 献》

1）内閣府，「平成 23 年東日本大震災における避難行動等に関する面接調査（住民）単純集計結果」，東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会 第 7 回会合 参考資料 1，平成 23 年 8 月 16 日
2）内閣府，「平成 23 年東日本大震災における避難行動等に関する面接調査（住民）分析結果（再追加分)」，東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会 第 9 回会合 第 8 頁，平成 23 年 9 月 10 日

[筆者紹介]

秋村　成一郎（あきむら　せいいちろう）
国土交通省
総合政策局
参事官（総合交通体系）
(併）政策統括官付

野津　隆太（のづ　りゅうた）
国土交通省
総合政策局
参事官（総合交通体系）付 専門調査官
(併）政策統括官付
(併）国土政策局総合計画課

竹浪　仁（たけなみ　ひとし）
㈱サンビーム
代表取締役社長

特集>>>　ライフラインの復旧

下水道地震・津波対策技術検討委員会の活動紹介

下水道施設の復旧及び今後の対津波対策に向けた提言

桝　井　正　将

東日本大震災において，東北地方太平洋沿岸の下水道施設は，津波による甚大な被害を受けた。国土交通省では，被災した下水道施設の復旧に向けた技術的検討を行うため，有識者等からなる「下水道地震・津波対策技術検討委員会」を設置。委員会では，被災した下水道施設の機能回復に向けた，緊急措置・応急復旧・本復旧について，技術的な提言がとりまとめられた。また，今後津波による被災が想定される全国の下水道施設について，耐津波対策を考慮した施設設計の考え方がとりまとめられた。

キーワード：下水道，復旧事業，耐津波対策

1. はじめに

平成23年3月11日，日本における観測史上最大規模であるマグニチュード9.0の地震による東日本大震災が発生し，東北地方の広い地域で甚大な被害が発生した。下水道施設も多くの被害を受け，特に，下水処理場・ポンプ場においては，津波被害による機能停止や施設損傷，下水管渠においては，液状化被害によるマンホールの浮上等が多く見受けられた。震災当初は，120カ所の下水処理場が被災し，そのうち48カ所が主に津波による機械・電気設備の損傷により稼働停止をした。その後，復旧が進められているが，現在でも，2カ所の処理場が汚水の流入がないため稼働停止，12カ所の処理場が応急対応による汚水処理を実施中という状況である（**表—1**）。

表—1　下水道施設の被害状況（平成24年4月9日現在）

	震災当初	現状		
稼働停止	48	2		
応急対応中	−	12	現位置にて応急対応中	10
			別位置にて応急対応中	2
一部停止	63	−		
警戒区域内	9	9		
正常に稼働	−	97		
計	120	120		

下水道施設は，他の施設で代替することの困難な社会資本である。地震等の被害を受けて下水道が機能を発揮できなくなった場合，トイレが使用できなくなることにより住民生活に大きな影響を生じるとともに，汚水の滞留や未処理下水の流出による公衆衛生の悪化，都市の雨水が排除できなくなることによる浸水被害の発生など，住民の生命・財産に関わる重大な事態が生じることが懸念される。

2. 下水道地震・津波対策技術検討委員会

これまで，下水道施設に関しては，阪神淡路大震災や新潟県中越地震の経験を踏まえた耐震対策が進められてきているが，今回の東日本大震災では，とりわけ東北地方太平洋沿岸の処理場・ポンプ場を中心に，津波による甚大な施設被害が発生した。そのため，下水道機能を速やかに復旧することは当然のことながら，津波被害を受けた下水道施設をいかに復旧するかが大きな課題となった。

そこで，国土交通省では，東日本大震災で被災した下水道施設について，適切な応急復旧を行い，再度災害を防止する本復旧を行うため，本震災の特徴をとらえ，施設の復旧のあり方を提示することを目的として，㈳日本下水道協会と共同で，早稲田大学の濱田教授を委員長とする有識者からなる「下水道地震・津波対策技術検討委員会」を昨年4月12日に設置し，下水道施設における今後の地震・津波対策の方向性についてとりまとめを行った（**表—2**）。

同委員会では，約1年間の議論を通じて，各種提言をとりまとめている。4月15日には，「下水道施設の復旧にあたっての技術的緊急提言」を，6月13日には，第2次提言「段階的応急復旧のあり方」を，8月11日には，第3次提言「本復旧のあり方」をとりまとめており，各提言は被災地における応急復旧，本復旧に活用されている。また，本年3月8日には，今後，巨大地震に伴う大規模な津波が想定される地域における

表―２ 下水道地震・津波対策技術検討委員会 委員名簿

	氏 名	役 職
委員長	濱田 政則	早稲田大学創造理工学部社会環境工学科教授
委 員	今村 文彦	東北大学大学院工学研究科附属災害制御研究センター教授
委 員	大村 達夫	東北大学大学院工学研究科土木工学専攻教授
委 員	中林 一樹	明治大学大学院政治経済学研究科特任教授
委 員	野村 充伸	日本下水道事業団技術戦略部長
委 員	藤間 功司	防衛大学校システム工学群建設環境工学科教授
委 員	藤本 康孝	横浜国立大学工学部電子情報工学科准教授
委 員	松尾 修	財団法人先端建設技術センター普及振興部長
委 員	安田 進	東京電機大学理工学部建築・都市環境学系教授
委 員（行政代表）	菅原 敬二	宮城県土木部下水道課長
委 員（行政代表）	渋谷 昭三	仙台市建設局次長兼下水道事業部長
委 員（行政代表）	黒住 光浩	東京都下水道局計画調整部長
委 員（行政代表）	山本 智	大阪市建設局西部方面管理事務所長
委 員（行政代表）	畑 惠介	神戸市建設局下水道河川部長
特別委員	岡久 宏史	国土交通省水管理・国土保全局下水道部長
特別委員	塩路 勝久	国土交通省水管理・国土保全局下水道部下水道事業課長
特別委員	堀江 信之	国土交通省国土技術政策総合研究所下水道研究部長
特別委員	佐伯 謹吾	社団法人日本下水道協会理事兼技術研究部長

（注）学識委員については，五十音順　　10 月 17 日現在

下水道施設の耐震・耐津波対策に東日本大震災の知見を活用すべく，第４次提言「耐津波対策を考慮した下水道施設設計の考え方」がとりまとめられた。国土交通省では，各地方公共団体における下水道施設の耐地震・耐津波対策に活用いただくべく，委員会のとりまとめを受けた提言を地方公共団体に対して発出している。以下に各提言の概要を紹介する。

3.「下水道施設の復旧にあたっての技術的緊急提言」（緊急提言）

今回の東日本大震災で被災した下水道施設の復旧には，施設規模等によっても異なるが，相当の期間を要するものと考えられた。しかしながら，大きな被災を免れた市街地においては，順次都市活動が回復されていかなければならず，ライフラインとしての下水道の早急な機能回復が強く望まれていた。緊急提言では，必ずしも下水道施設の復旧に関するすべてを網羅できてはいないかもしれないが，震災後１ヶ月という短い期間で得られた諸情報に基づき，再度災害の防止，段階的な機能回復等の観点から，下水道施設の普及にあたっての技術的な留意事項について，とりまとめられている。その中身としては，「公衆衛生の確保の考え方」として，未処理下水の溢水を早期に解消するための未処理下水排除機能の確保や仮設トイレの衛生状況悪化を低減するためのマンホールトイレの設置等について示すとともに，「出水期に向けた緊急浸水対策の考え方」として，雨水きょや雨水ポンプの早期機能回復の必要性や関係部局と連携した仮設ポンプの設置等について示している。また，「下水道施設の復旧の考え方」として，今回の大規模な地震・津波による下水処理施設の被害の大きさ等を考慮すると，本復旧が完了するまで相当程度の時間を要することが予想されることから，地震発生直後から対応する「緊急措置」，公衆衛生の確保や浸水被害軽減に迅速に対応するための「応急復旧」，従前の機能を回復させ，再度災害を防止することを目的とした「本復旧」と，段階的な普及のあり方とともにそれぞれの段階に応じた適切な対応について示している。

4.「段階的応急復旧のあり方」（第２次提言）

地震後速やかにとりまとめた緊急提言に続き，6 月 14 日には，第 2 次提言として「段階的応急復旧のあり方」が取りまとめられている。

東日本大震災では，大規模な地震・津波により下水道施設が甚大な被害を受け，本復旧が完了するまで相当程度の時間を要することが予想されたことから，地震発生直後から対応する「緊急措置」，公衆衛生の確保や浸水被害軽減に迅速に対応するための「応急復旧」，従前の機能を回復させ，再度災害を防止することを目的とした「本復旧」へと，それぞれの段階に応じた適切な対応とスムーズな移行が必要不可欠であり，第 2 次提言においては，段階的復旧の考え方，特に応急復旧のあり方について取りまとめられている。

「応急復旧」とは，「緊急措置」と「本復旧」を繋ぐ重要な役割を担い，被災直後の消毒という最小限の対応段階から本復旧（従前水準）に戻していく過程を意味する。なお，「緊急措置」から「本復旧」，その過程である「応急復旧」を含めたロードマップは，被災地や施設の状況，放流先水域の水質や水利用状況，住民のニーズ，用地の制約，財政状況などの条件によってさまざまな形態が考えられる（**表―３**）。

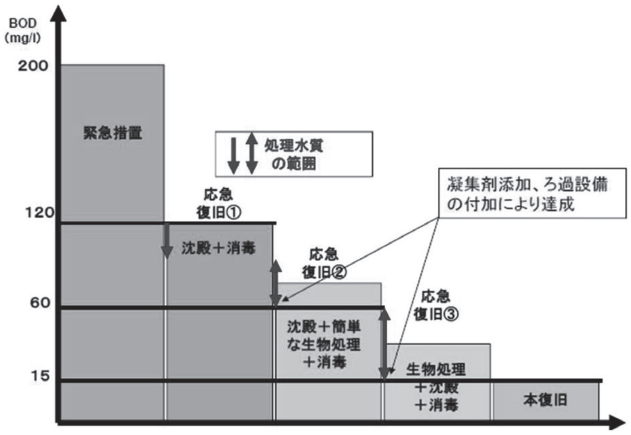
表―３ 制約条件の例

制約項目			状態
外的要因	要員		十分な員数が確保できるか？
	消毒剤		十分な量が確保できるか？
	電気		電源が確保できるか？
処理場の条件	増設用地等を応急復旧に活用する		十分な広さがあるか、狭いか？
	被災施設を活用する	被災水処理施設が高負荷活性汚泥法	一部施設が活用可能であるか？
			全部の施設が活用可能であるか？
		被災水処理施設が低負荷活性汚泥法	一部施設が活用可能であるか？
			全部の施設が活用可能であるか？

注）
高負荷活性汚泥法：標準活性汚泥法等
低負荷活性汚泥法：OD法、長時間ｴｱﾚｰｼｮﾝ方等

表— 4　目標水質（BOD）

手法		目標水質 BOD(mg/l)	目標水質 大腸菌群数(個/cm3)	備考
応急復旧	① 沈殿＋消毒	120	3000	水濁法一律基準、沈殿除去率
	② 沈殿＋簡単な生物処理＋消毒	120→60		中級処理除去率、下水道法施行令
	③ 生物処理＋沈殿＋消毒	60→15		下水道法施行令
④ 本復旧		15以下		下水道法施行令



図— 1　目標水質と応急復旧の概念図

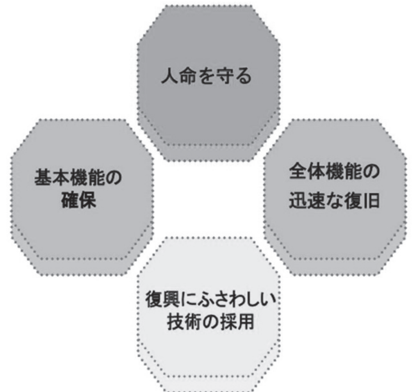
応急復旧段階では，水道の復旧が開始され，洗濯や入浴等の生活活動が可能となることから汚水の量が増加してくる。このため，管渠の収集機能の回復と同時に，処理場では，増加した水量と変化した水質に対応できるように，沈殿を含む処理機能の回復が求められる。また，応急復旧段階では，電気等の普及状況，要員や消毒剤の確保状況等の制約条件が考えられることから，第 2 次提言では，「生物処理」の処理法について，制約条件に応じてどのように選択するかを示している。さらに，放流先水域への影響や適正な維持管理等のために，応急復旧段階の処理法に応じた目標水質についても概念図を示している（**表— 4，図— 1**）。

また，応急復旧段階においては，雨水に対する対策も重要であり，梅雨等の出水期までに，被災した雨水管渠の流下能力の回復を図るとともに，雨水ポンプの修理・交換を早期に実施することが求められることを提言している。

5. 「本復旧のあり方」（第 3 次提言）

緊急提言，第 2 次提言に続き，8 月 15 日には，第 3 次提言が取りまとめられている。第 3 次提言では，被災した下水道施設の本復旧のあり方を示している。その中で，下水道施設の本復旧にあたっては，今回東日本大震災の経験を活かし，従前の機能回復にとどまらず，地震津波に対する再度災害防止対策を十分施すことは当然として，下水道施設の周辺地域と共存し，被災地域の住民が希望を持つことができ，かつ活性化にも役立つような復旧方策を進めることとしている。

特に，下水道施設の本復旧に当たっては，1. 職員，作業員等の下水道関係者だけではなく，施設周辺の住民の生命を守ることにも寄与する。2. 被災時において管路，処理場等の基本機能（下水の排除等）を確保する。3. 被災後，管路，処理場等の全体機能の復旧が迅速にできる，4. 21 世紀における希望ある復興にふさわしい技術を採用する。を基本方針として示している（**図— 2**）。



図— 2　基本方針の概念図

さらに，本復旧にあたっての津波対策の考え方として，「最大クラスの津波」と「頻度の高い津波」の 2 つのレベルの津波を想定するとともに，下水道施設として対応すべき津波レベルとして，「最大クラスの津波」，具体的には「東北地方太平洋沖地震による津波で観測された津波」の高さを用いることを示した。また，津波来襲時においても下水道の基本機能が確保さ

表— 5　要求される耐津波性能

施設種別	ポンプ場		処理場		
施設区分	揚水ポンプ 自家発設備 受変電設備 放流きょ（※1）	左記以外	流入きょ 揚水ポンプ 放流きょ（※1） バイパス水路 自家発電設備 管理棟（※2） 受変電設備	最初沈殿池（※3） 消毒設備 脱水設備 沈砂池	左記以外 （※4）
耐津波 要求性能	○	●	○	●	△

○・・・機能確保
●・・・一時的な機能停止はありうるが迅速な復旧が可能（概ね 1 週間以内）
△・・・機能停止後、早期の復旧が可能（概ね 6 ヶ月以内）
（※1）　ゲート設備、吐き口を含む。
（※2）　管理棟のうち、操作計装部分及び一時的な避難施設。
（※3）　反応タンク、最終沈殿池を被災時において簡易処理の沈殿池として活用する場合はこれらを含む。
（※4）　高度処理施設、汚泥処理施設など。

れるよう津波対策を行うため，施設種別ごとに要求される対津波性能についての整理を行っている(表―5)。

その他，第３次提言においては，あらたな技術的留意事項として，「人命を守る」ために考慮すべき事項，「基本機能の確保」のために考慮すべき事項，「全体機能の迅速な復旧」のために考慮すべき事項について整理して示すとともに，21世紀における希望ある「復興にふさわしい技術」のために考慮すべき事項として，太陽光，風力や小水力などの自然エネルギー発電設備の整備や省エネルギー設備の採用によるエネルギー自立型の処理施設を目指すことや，処理水や汚泥を最大限利活用して，農業や地域産業に貢献すること等についても提案を行っている（表―６～９)。

表―６　「人命を守る」ために考慮すべき事項

施設区分	「人命を守る」ために考慮すべき事項
管路施設	①マンホールの浮上防止 ②道路の陥没対策の実施 ③マンホール蓋の逸脱または飛散防止
処理場施設 （ポンプ場含む）	①関係者、住民の津波避難ビルとしての機能整備 ②避難しやすい施設の配置 ③避難者の誘導路、誘導設備等の配置 ④情報システムの整備 ⑤誘導設備用の非常用電源設置

表―７　「基本機能の確保」のために考慮すべき事項

施設区分	「基本機能の確保」のために考慮すべき事項
管路施設	①管路施設に対する浮上防止策の実施 ②埋設の深化（余裕高の増) ③仮配管、水中ポンプ、消毒剤等の備蓄 ④老朽化の進んだ管路の耐震化
処理場施設 （ポンプ場含む）	①ポンプ施設、配管の防護、耐震化 ②自家発電設備等の設置、防護、耐震化、嵩上げ ③発電時間の確保（24～48 時間) ④消毒設備の防護、耐震化 ⑤仮配管、水中ポンプ、消毒剤、用水等の備蓄

表―８　「全体機能の迅速な復旧」のために考慮すべき事項

施設区分	「全体機能の迅速な復旧」のために考慮すべき事項
管路施設	①広域的な災害対応準備 （災害協定締結、支援ルールの確立など) ②老朽管の耐震化 ③管材、マンホール資材等の備蓄
処理場施設 （ポンプ場含む）	①優先復旧機能（送風、脱水）設備の防護 ②電源車、ポンプ車の広域整備 ③復旧の容易な施設、設備配置設計 ④復旧用地（資材置場等)、支援チーム滞在スペース確保

表―９　「復興にふさわしい技術」のために考慮すべき事項

施設区分	「復興にふさわしい技術」のために考慮すべき事項
管路施設	①管路のネットワーク化 ②更生工法等による耐震化向上 ③情報ルートとしての光ケーブル設置 ④下水、下水熱の活用
処理場施設 （ポンプ場含む）	①自然エネルギー発電設備の設置 ②下水道資源（処理水、汚泥）の活用 ③省エネルギー設備の設置 ④遠隔制御、集中管理などによる処理場等無人化 ⑤環境教育の場の設置

6.「耐津波対策を考慮した下水道施設設計の考え方」（第４次提言）

震災からほぼ１年を経た３月８日には，第４次提言として，「耐津波対策を考慮した下水道施設設計の考え方」がとりまとめられた。第４次提言では，これまでにとりまとめて公表した緊急提言，第２次提言，第３次提言を踏まえ，今回の津波で被災した下水道施設以外の全国の下水道施設において適用すべき事項について取りまとめを行っている。

設計にあたっての想定津波の考え方としては，今後，東海・東南海・南海地震等の被害が想定されることから，東海地震等のエリアを含めた全国で，津波防災地域づくり法の規定により都道府県知事が設定・公表する「津波浸水想定」（津波により浸水する恐れがある土地の区域及び浸水した場合に想定される水深）に基づくこととした。

また，管路施設，ポンプ場および処理場における機能確保の考え方として，施設種別ごとに「必ず確保すべき機能（基本機能)」，一時的な機能停止は許容するものの「迅速に復旧すべき機能」，「早期に復旧すべき機能」に分類し，それぞれの機能に求められる対津波性能を満たすための対応策を決定することとしている。対応策の設定にあたっては，機能の重要度，費用対効果，実施可能性等を十分に検討したうえで，下記の３つの防護レベルから適切なものを抽出することとしている。

1. リスク回避：浸水しない構造（浸水高さ以上に設置又は浸水高以上の防護壁により防護)
2. リスク低減：強固な防水構造（防水扉又は設備等の防水化)
3. リスク保有：浸水を許容する構造

東日本大震災を踏まえ，今後，巨大地震に伴う大規模な津波に襲われる可能性のある地域においては，本提言を参考にして，下水道施設の耐津波対策を講じていくことが必要と考えられる（表―10，11，図―3)。

7. おわりに

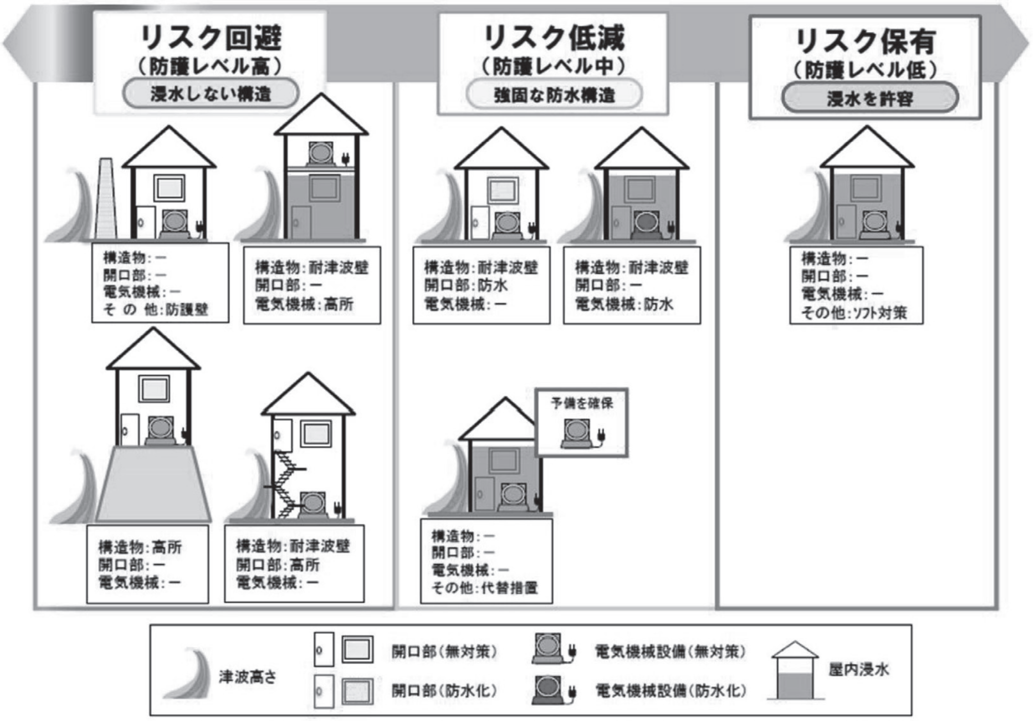
東日本大震災以降，日本全国の様々な地域について，大規模な地震の発生が予測されている。東南海・南海地震については，今世紀前半に発生する可能性が高いとも言われている。下水道施設は，他の施設で代替す

表―10 「最大クラスの津波」に対する下水道施設の標準的耐津波性能

<table>
<tr><td>施設種別</td><td>管路施設</td><td>ポンプ場</td><td colspan="3">処理場</td></tr>
<tr><td rowspan="3">機能区分</td><td colspan="5">全体機能</td></tr>
<tr><td colspan="3">基本機能</td><td colspan="2">その他の機能</td></tr>
<tr><td>逆流防止機能</td><td>揚水機能</td><td>揚水機能
消毒機能</td><td>沈殿機能
脱水機能</td><td>左記以外</td></tr>
<tr><td>耐津波性能</td><td colspan="3">被災時においても「必ず確保」
○</td><td>一時的な機能停止は許容するものの「迅速に復旧」
●</td><td>一時的な機能停止は許容するものの「早期に復旧」
△</td></tr>
</table>

表―11 耐津波性能に応じた防護レベルと対応策（最大クラスの津波の場合）

<table>
<tr><td>耐津波性能</td><td>必ず確保</td><td>迅速に復旧</td><td>早期に復旧</td></tr>
<tr><td rowspan="2">防護レベル</td><td>高 ←</td><td>中</td><td>→ 低</td></tr>
<tr><td>リスク回避
※やむを得ない場合は「リスク低減」</td><td>リスク低減</td><td>リスク保有</td></tr>
<tr><td>対応策</td><td>浸水しない構造
（浸水高さ以上に設置
又は、浸水高以上の防護壁により防護）
※やむを得ない場合は「強固な防水構造」</td><td>強固な防水構造
（防水扉 又は
設備等の防水化）</td><td>浸水を許容</td></tr>
</table>



図―3 防護レベルと対応策の事例

ることの困難な社会資本であり，下水道機能が失われた場合には，住民の生命や財産に関わる重大な事態が生じる恐れがある。被災後においても必要な下水道機能を確保するためには，発生が予測される地震に対して，ハード対策とソフト対策を組み合わせた総合的な対策を実施することが必要である。さらに，地震に伴って想定される津波に対しても，十分な対策を推進する必要がある。今後は，「下水道地震・津波対策技術検討委員会」の提言を十分に踏まえ，各地域の防災計画や津波想定等との整合も図りながら，国及び地方公共団体が連携し，計画的な下水道施設の地震・津波対策を推進していきたい。

JCMA

［筆者紹介］
桝井 正将（ますい まさゆき）
国土交通省
水管理・国土保全局 下水道部 下水道事業課
課長補佐

特集>>> ライフラインの復旧

下水道管路施設における耐震化技術の有効性評価と今後の技術的課題

深谷　渉

東日本大震災は，重要なライフラインである下水道施設に大きな爪痕を残した。被害総数としては，管きょ 600 km 以上，マンホール 15,000 千基以上という膨大な数に上った。被害の多くは，耐震化されていない管路施設で発生したと考えられ，今後想定される大規模地震に備え，加速度的に耐震対策を促進することが喫緊の課題である。しかしながら，管路施設の耐震化技術の多くは 2000 年代に入り開発，普及してきたもので，実績や効果についての情報に乏しいのが現状である。国土技術政策総合研究所では，東日本大震災における被害状況整理の一環とし，耐震化済み下水道管路施設の被害状況を整理した。この結果，管きょ埋め戻し工法の効果を確認し，あわせて施工管理上の問題点についても整理した。

キーワード：下水道管路施設，耐震効果，液状化対策，埋め戻し 3 工法，マンホール浮上

1. はじめに

災害列島と称される我が国では，過去に多くの巨大地震に見舞われてきた。2000 年以降（東日本大震災前まで）を見ても，震度 6 弱以上を観測した地震は実に 27 回，震度 6 強以上は 8 回を数え[1]，その都度，下水道施設は被害を受けてきた。

近年では，新潟県中越地震及び中越沖地震，能登半島地震，岩手宮城内陸地震が記憶に新しいが，各々の地震においては，被災した自治体の管きょ総延長の 2％前後[2]で，下水の流下能力低下や路面異常による交通障害等が引き起こされている。

下水道施設によるこれらの社会的影響を極力排除するために，国土交通省では大きな地震の発生の都度，地震対策技術に関する検討委員会を立ち上げ，効果的な耐震化技術の検討や積極的な地震対策の推進に取り組んできた。新潟県中越沖地震時には，その約 3 年前に発生した新潟県中越地震時の「管きょ埋め戻しに関する緊急提言」が功を奏し，多くの管きょが再被災を免れた[3]。

しかしながら，このような下水道管路施設における地震対策への取り組みは，まだ途についたばかりであり，全国的な下水道管路施設の耐震化は進んでいないのが現状である。

今後，施設の耐震化を促進させる上では，耐震化技術の認知度及び理解度の向上を図るとともに，既存耐震化技術の有効性を評価することで，既存技術の改良，高性能技術の開発，経済性や施工性に優れた新技術の開発などを促し，技術のさらなる向上と耐震化の加速度的促進を図っていく必要がある。

本稿では，東日本大震災における耐震化済み下水道管路施設の耐震化の有効性に関して，国土技術政策総合研究所が調査した結果を報告する。

2. 東日本大震災における下水道管路施設被害の概況

(1) 下水道管路施設の被害概要

液状化現象という言葉が一般的に知られるようになった新潟地震（昭和 39 年）以降，阪神淡路大震災や釧路沖地震，最近では新潟県中越地震・中越沖地震や能登半島地震において，車両等の通行を妨げるほどマンホールが路上に大きく浮き上がるなどの液状化による下水道管路施設の被害が多く確認されている。

東日本大震災では，600 km 以上の管きょ，15,000 基以上のマンホールが損傷等しており，過去の地震（能登半島地震，新潟中越沖地震）を超える大きな被害を受けた（**表― 1**）。

管きょの被害を都道府県別に見ると（**表― 2**），宮城県，福島県及び茨城県で被害率が高く，激しい液状化が発生した千葉県においても比較的高い被害率となっている。

表―1 東日本大震災と過去の地震の被害率

震災名	被災市町村等団体数	総延長（km）	被害管路延長（km）	被害率（%）
東日本大震災	132	65,001	642	0.99
東日本大震災（関東地方除く）	77	19,063	445	2.33
兵庫県南部地震	11	13,919	162	1.16
新潟県中越地震	20	3,293	152	4.62
能登半島地震	6	652	15	2.30
新潟県中越沖地震	5	3,072	50	1.63

※「総延長」とは，当該市町村等団体における管路の総布設延長を示している。
※能登半島地震，新潟県中越沖地震の各数値は災害査定ベース。
※新潟県中越地震の各数値は，「下水道災害復旧の記録　概要版　平成18年3月　新潟県土木部都市局下水道課」より引用。
※兵庫県南部地震は，「阪神・淡路大震災　下水道はどう対応したか ㈳日本下水道協会」より引用。
※関東地方とは，茨城県，栃木県，千葉県，埼玉県，東京都，神奈川県である。

表―2 東日本大震災における都道府県別下水道管路被害状況

都道府県名	被災市町村等団体数	総延長（km）	被害管路延長（km）	被害率（%）
青森県計	1	113	0.1	0.09
岩手県計	13	3,712	13	0.34
宮城県計	39	9,702	312	3.21
福島県計	22	5,110	120	2.34
茨城県計	36	9,509	129	1.36
栃木県計	3	287	2	0.67
埼玉県計	1	214	0.006	0.003
千葉県計	13	8,510	54	0.63
東京都計	1	15,793	12	0.08
神奈川県計	1	11,625	0.5	0.004
新潟県計	2	426	1	0.29
合計	132	65,001	642	0.99

（国土交通省調べ，平成24年2月6日現在）

(2) 管きょ・マンホールの被害と特徴

下水道管路施設の被害は，地盤条件に応じ，**図―1**に示す3つに区分できる。以下に，東日本大震災における各区分の被害の特徴を整理する。

①埋め戻し部の液状化による被害と特徴

埋め戻し部の液状化の多くは，震源（本震）からの距離が近い東北地方において，過去に発生した新潟県中越地震や能登半島地震の際と同様の被害であるマンホールの突出や管きょ埋め戻し部の路面異常などが発生した。

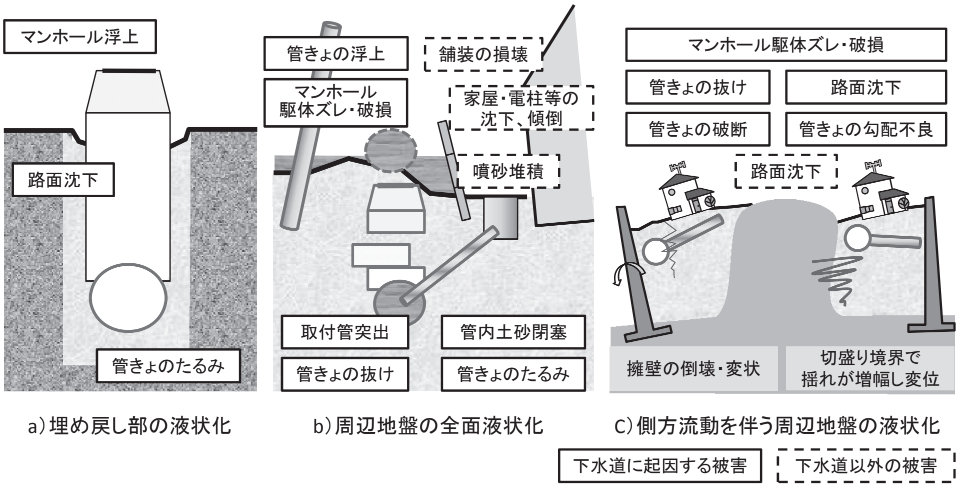
②周辺地盤の全面液状化による被害と特徴

周辺地盤の全面液状化は，東京湾沿岸部及び，利根川下流域において集中的に発生しており，下水道施設の以外の道路，住宅等についても大きな被害が発生した。下水道施設の被害としては，主に土砂による管きょ閉塞，マンホール躯体のずれ，管きょの蛇行，たるみなどであり，管きょの一部が地表部まで露出するという事例も確認された。

これら大規模な液状化に発展した原因は，東北地方に比べ地震動は小さかったものの地震動の揺れの継続時間が長かったことや，規模の大きな余震や誘発地震が立て続けに発生したことが挙げられ，これらの現象が発生した代表的な箇所は，千葉県や茨城県に集中しており，海浜や旧河道，沼地等を埋め立てて宅地や道路に造成した共通の経緯を有する。

③側方流動を伴う周辺地盤の変状による被害と特徴

宮城県仙台市青葉区や太白区，福島市等の丘陵部にある造成地では，周辺地盤の液状化等による側方流動に伴い地盤が大きく変状し，管きょの蛇行や抜け，破損，マンホール浮上・沈下などの被害が発生した。被害の多くは，造成時の盛土部分及び切盛境界で集中的に発生した。



図―1 下水道管路施設の被害形態

3. 下水道管路施設における耐震化の現状と経緯

法的に耐震化が義務づけられる前の平成 9 年度以前に工事発注された管路（重要な幹線）の耐震化率は約 14%（平成 22 年度末現在）である。地方自治体の厳しい財政事情や技術者不足といった事業執行上の課題に加え，下水道管路施設の耐震化技術の浸透度の低さや信頼性に関わる情報の不足も要因の一つと考えられる。

下水道管路施設の耐震化の歴史は非常に浅い。契機は阪神淡路大震災であり，液状化により甚大な下水道管路被害が生じ，耐震化の重要性，必要性が指摘された。その後，耐震対策が法的に義務づけされ，同時期より耐震化技術の開発研究も本格化した。

新潟県中越地震（平成 16 年）時には，国土交通省が当時設置した下水道地震対策技術検討委員会による「管路施設の本復旧にあたっての技術的緊急提言」により，埋め戻し部の液状化対策として，埋戻し部の締固め，砕石による埋戻し，埋戻し部の固化の 3 工法が示された。中越地震の約 3 年後に発生した新潟県中越沖地震（平成 19 年）では，この提言が功を奏し，下水道管路施設（管きょ及びマンホール）の再度被害が大きく軽減された。

しかしながら，これら耐震化技術の全国的な実績や効果については，まだ十分な情報がなく，その採用に当たっては主に経済性の観点で検討され，耐震効果，適用条件といった技術的な評価はされていない。今後は，実績や効果の情報を蓄積し，経済性とあわせて最大限の効果が発揮できる工法の選択フロー等を作成する必要がある。

4. 下水道管路施設の耐震化技術とその効果

(1) 管きょ

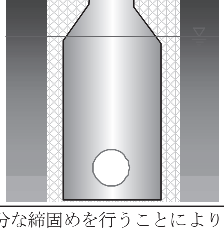
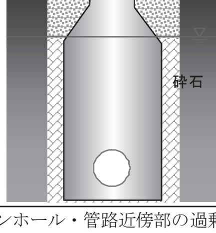
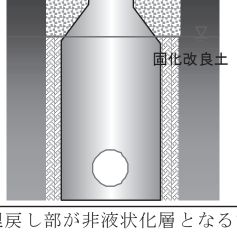
下水道管路施設は近年の地震において多くの被害が報告されており，その主要因は埋戻し土が液状化することにあることが，既往の研究により明らかにされている。先に触れたように，平成 16 年に発生した新潟県中越地震時緊急提言では，復旧工事には再度災害防止のため埋め戻し土の締固め，セメント固化，砕石の 3 工法(**図— 2**)のいずれかを採用することとしており，下水道施設耐震指針[4]にも記載されている。以下に，東日本大震災被災地で施工実績のあった，セメント固化及び砕石の耐震化工法に関して，被害状況及び効果検証の調査結果を示す。

a) セメント固化

本工法は，原位置の掘削土にセメントを混合して埋め戻す，いわゆるセメント安定処理工法である。平成 16 年に発生した新潟県中越地震における下水道管きょ被害の復旧工法としてはじめて本格的に適用され，3 年後の平成 19 年に発生した新潟県中越沖地震での被害発生率は 0.4%と極めて低く，同工法の有効性が実証されている[3]。

今回の東日本大震災の被災地でも，セメント系改良土等の固化工法による下水道管きょ埋め戻しは，宮城県内の 2 市で施工実績があった。2 市の施工延長及び今回震災における被害延長を**表— 3** に示す。

A 市全域の被害率（被害率①）と固化工法を採用した路線の被害率（被害率②）を比較すると両市とも固化した箇所の被害率の方が低い。また，被害程度を見ても固化した箇所は，若干の路面異常が見られる程度であり（**写真— 1 〜 3**），セメント固化による液状化対策の効果があったものと考えられる。以下に，効果検証のために実施した，A 市，B 市での調査結果を

埋戻し方法	埋戻し土の締固め	砕石による埋戻し	埋戻し土の固化
概要	良質土で締固め（締固め度 90%程度以上）ながら，埋戻す。	地下水位以深を透水性の高い材料（砕石）で埋戻す。	地下水位以深をセメント固化改良土等で埋戻す。
概念図			
液状化対策の効果	十分な締固めを行うことにより，埋戻し部の過剰間隙水圧を小さくすることが出来るため，液状化に対する効果は大きい。	マンホール・管路近傍部の過剰間隙水圧が消散するため，液状化に対する効果は大きい。	埋戻し部が非液状化層となるため，液状化に対する効果は大きい。

図— 2 「管路施設の本復旧にあたっての技術的緊急提言」における 3 工法

表―３　Ａ市とＢ市の被災状況

自治体名	整備延長（m）	被災延長（m）	固化対策延長（m）		被害率①（%）	被害率②（%）
				うち被災延長		
	①	②	③	④	②／①	④／③
Ａ市	315,000	12,200	2,500	54	3.87	2.16
Ｂ市	142,000	13,410	19,662	336	9.44	1.71

写真―１　標準施工（未対策）

写真―２　液状化対策施工箇所

写真―３　液状化対策施工箇所（被害軽微）

述べる。

①Ａ市における効果検証

Ａ市におけるセメント固化被災箇所については，耐震設計上は許容範囲とされる程度の軽微なもの（**写真―３**）であったが，今後のより一層の耐震性向上を図るために，現地の土質調査及び被災状況の分析を実施した。

この結果，現地の埋め戻し土の一軸圧縮強度は，**表―４**に示す通り，１断面当たりの平均一軸圧縮強度が２カ所とも基準値（50 ～ 100 kPa）を下回る結果であったほか，調査深度が深い位置の土は特に強度が発現していなかった。また，セメント添加量は，酸化カルシウム分析結果より，事前配合（50 kg/m^3）に近い混入率が確認された。

また，施工当時の状況について施工担当者にヒアリングしたところ，セメント混合は現地攪拌（バックホウによる３回攪拌）であったこと，攪拌後の仮置きが１日程度あったことが分かった。

以上の結果を整理すると，セメントの必要添加量は満たしているものの，埋戻し時の施工上の問題により適正な強度が得られなかったことが推察された。

新潟県中越沖地震の際に設置された下水道地震対策技術検討委員会では，セメント系改良土による埋戻し時の施工上の留意点が提言されており，この提言と現地土質試験結果及び現地の施工状況を照らし合わせると，主な原因として下記が考えられた。

・セメント混合は現地攪拌（バックホウによるで３回攪拌）であったが，攪拌不足のために１断面中の強度にばらつきが生じた。
・セメント攪拌後に仮置き（１日程度）したために，十分な強度が発現しなかった。
・深い位置の強度が低いことから，管周りの転圧が十分でなかった可能性がある。

②Ｂ市における効果検証

Ｂ市では，市内２地区を対象に，平成 17 年度からセメント系固化による耐震化を進めている。今回の震

表―４　Ａ市における一軸圧縮強度試験結果

調査深度	被害有り		調査深度	被害なし		深度別平均値
	孔 -No1	孔 -No2		孔 -No3	孔 -No4	
1.80 ～ 2.75 m	76.0 kPa	68.0 kPa	1.50 ～ 2.3 m	42.5 kPa	18.4 kPa	51.2 kPa
2.75 ～ 3.35 m	12.6 kPa	12.2 kPa	2.60 ～ 3.54 m	12.6 kPa	11.4 kPa	12.2 kPa
１断面当たり平均値	44.3 kPa	40.1 kPa	１断面当たり平均値	27.6 kPa	14.9 kPa	31.7 kPa

表― 5　施工年度別の整備延長と被災延長

処理区	A 処理分区			B 処理分区			計		
施工年度	整備延長（m）	被災延長（m）	被害率（%）	整備延長（m）	被災延長（m）	被害率（%）	整備延長（m）	被災延長（m）	被害率（%）
H17	3,238	243	7.5	2,453	52	2.1	5,690	294	5.2
H18	3,104	0	0	2,096	0	0	5,201	0	0
H19	3,769	41	1.1	2,114	0	0	5,883	41	0.7
H20	2,256	0	0	0	0	0	2,256	0	0
H21	632	0	0	0	0	0	632	0	0
計	12,999	284	2.2	6,663	52	0.8	19,662	336	1.7

災における 2 地区の被災状況を整理すると，**表― 5** の通りである。

被災した箇所について詳細に分析すると，被災した管きょは平成 17 年度に施工されたものに集中していることが分かった。また，施工担当者へのヒアリングによれば，平成 17 年度は，耐震化事業に着手した初年度であり，施工管理において十分な指導ができていなかったとして，翌年度から事前配合の立ち会いや指示等の適正化を図ったとのことである。この結果，平成 18 年度以降の施工箇所については，ほとんど被害がない。

施工管理の適正化において留意した事項は下記の通り。

・現地でのセメント混合時の立会い（全数量に対して実施）
・現場発生土毎（3 カ所／ 1 工事）に一軸圧縮強度試験を行い，セメント配合量を決定。

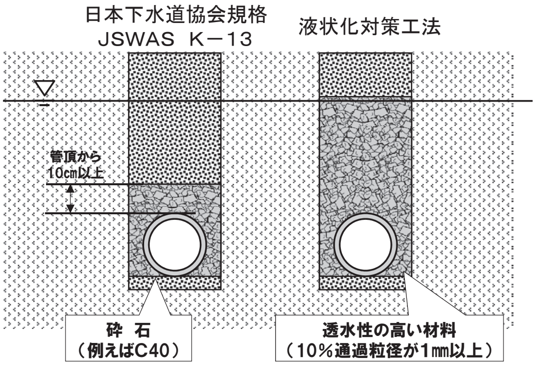
b）砕石等による埋戻し

本工法は，埋戻し部が液状化しないよう，埋戻し材料に砕石を用いる方法であり，小口径管きょでは，多くの場合，砕石に対応可能なリブ付き塩ビ管やリブ付きポリエチレン管などが用いられる。

リブ付き管きょの施工方法は，管周りのみを砕石に置換する方法が標準（JSWAS K-13）であるが，液状化対策を目的とする工法では，地下水位以深（もしくは埋戻し部全部）を砕石で埋戻すことが最も重要である（**図― 3**）。

本工法の採用箇所は，東日本大震災の被災地内では極僅かで，宮城県内 C 市の一部で採用されている程度である。

本地区では，同一路線上に，前出の標準施工箇所と液状化対策施工箇所が存在する。今回の震災では，標準施工箇所で車両通行が不可能となる大きな路面異常



図― 3　砕石による埋め戻し方法

写真― 4　標準施工（未対策）

写真― 5　液状化対策施工（被害なし）

写真― 6　液状化対策施工（被害有り）

が発生したが（**写真— 4**），液状化対策施工箇所では，路面が若干沈下した程度の被害であり（**写真— 5, 6**），その効果が確認された。

ただし液状化対策を施工した一部の管きょ（約20 m）で，被害程度は小さいものの，管きょのたわみ及び路面異常が発生しており，その原因究明のための調査を行った。

調査にあたっては，対策済みながら若干の被害が確認された管きょについて，施工時の工事書類の確認と当時の工事担当者へのヒアリングを実施した。この結果，使用した砕石の種類と，施工時の矢板引き抜きに関して問題があると推察された。

使用する砕石については，耐震指針において透水性の高い材料として10％通過粒径 $D_{10} \geqq 1$ mm の材料を推奨しているが，現場で使用されていたのは $D_{10} \geqq 600\,\mu$m であり，細粒分が多く含まれていた。このため，液状化時の過剰間隙水圧の消散効果が低下し，被害につながったものと推察された。

矢板の引き抜きについては，引き抜きに伴い地山と埋戻し部に空隙が生じ，埋め戻し部の締固めが緩んだ可能性が，当時の施工担当者により示唆されている。

c）まとめと今後の課題

今回震災の被災地における管きょ耐震化工法の実施箇所は，極限られた箇所でのみであった。被害状況を確認したところ，交通障害や流下阻害等の大きな被害がなかったことから，一定の効果があったものと考える。しかし，一部の管きょでは，施工上及び施工管理上の問題から液状化を防止するために必要な一定の基準を満たしていない箇所が確認された。また，工法に対する理解が不足しており，誤った施工をしている例も散見された。

今後の埋め戻し3工法の採用においては，平成20年に設置された下水道地震対策技術検討委員会で，埋戻し3工法に関しての施工上の留意点（下水道地震対策技術検討委員会報告書，平成20年10月）をとりまとめており，引き続きこの提言の徹底を図るほか，前出の実態を踏まえ，下記について再検討する必要がある。

①施工管理上の問題と解決策を検討する。

②現場の施工条件等により，求める品質（基準）の確保が困難な場合の，工法の選択方法を検討する。

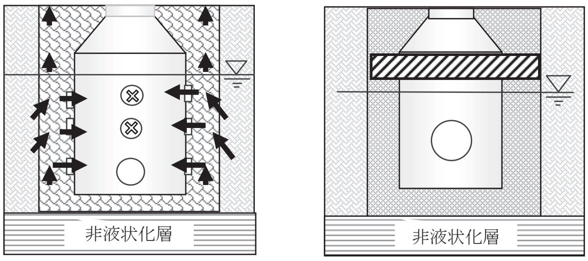
③工法の技術的な理解度を向上させるため，マニュアル等の充実化を行う。

（2）マンホール

a）マンホール耐震化工法の実績と効果

マンホールの液状化対策工法については，液状化発生防止対策と被害軽減対策の2つに大別できる。液状化発生防止対策としては，埋め戻し土の固化・締め固めや過剰間隙水圧抑制工法があり，被害軽減対策としては，重量化工法及びアンカー工法，遮断壁によるものなどがある。

これら工法の施工実績について，工法協会へのヒアリング及びインターネットで調べた結果，近年の施工実績としては，既存施設の耐震化として採用される過剰間隙水圧消散工法と重量化工法（**図— 4**）が大半を占めており，その他の工法については実績が極めて少なかった。



図— 4　過剰間隙水圧消散工法と重量化工法の概念図

施工実績の多い過剰間隙水圧消散工法と重量化工法の2工法については，東日本大震災の被災地域内にも施工されており，各工法の関係団体（工法協会，メーカー等）が，被害の有無について独自に調査を実施している。ここでは，関係団体が実施した調査結果や国土技術政策総合研究所が実施した調査結果を整理する。

①過剰間隙水圧消散工法

過剰間隙水圧消散工法は，主に東京都での採用が多い。東日本大震災では，江東区や江戸川区などの東京湾沿岸部の埋め立て地で大規模な液状化が発生してお

表— 6　東日本大震災における耐震化済みマンホールの被害調査結果一覧

工法区分	調査者	調査対象	被害有無	備　　考
過剰間隙水圧消散	関係団体①	詳細調査：72 基	なし	東京湾沿岸，石巻市，東松島市
	関係団体②	一次調査：24 基	なし	栗原市，登米市，石巻市，女川町
重量化	関係団体③・国総研	一次調査：309 基	なし	宮城県，浦安市
		詳細調査：21 基	なし	浦安市，栗原市，東松島市

※関係団体の公表資料に基づく。

り，これら液状化が確認された地区に設置済みの耐震化済みマンホール 48 基について，路面の異常やマンホール内の下水流下状況，過剰間隙水圧の消散効果を確認するための調査が関係団体①により行われている（**表― 6**）。

この調査結果によると，調査した 48 基の全マンホールで被害が発生していなかったことを確認したと報告されている。また調査した 48 基の内，過剰間隙水圧の消散が確認されたマンホールが 10 基あり，消散機能が適正に発揮され，マンホールの浮上抑制効果があったと推察された。この他，石巻市や東松島市においても同様の調査が実施されており，24 基のマンホールを調査し被害はなし，内 16 基で過剰間隙水圧の消散跡が確認できている。

また，類似の工法を開発している別の関係団体②も，自社工法施工箇所について路面異常有無の調査（計 24 基）を実施しており，被害がないことを確認している。

②重量化工法

重量化工法は，東北 3 県の他，関東 3 県においても施工実績を有する。東日本大震災で特に被害の大きかった宮城県（栗原市，石巻市，東松島市など）や浦安市にも多くの施工実績があり，関係団体③と国土技術政策総合研究所の共同で調査を実施した。

耐震化済みマンホールの内，①本震の震度が 6 強以上，②調査対象マンホール周辺で液状化被害が確認されている，③調査対象マンホールに近接または同一路線上に未対策マンホールがある，の条件を満たす場所として，栗原市内 3 地区，東松島市 1 地区の 4 地区における 21 基のマンホールを抽出し，①マンホールの周辺地盤変位を含めた隆起測定，②同一路線におけるマンホール高さの測定，③マンホール内および管口の破損状況，④流下観察，⑤マンホール周辺の家屋・道路構造物等の損傷状況の詳細調査を実施した。

この結果，周辺地盤の液状化により，正確な突出及び沈下の判断が困難な箇所が一部であったが，流下阻害や交通障害を招くような被害は認められなかった。

b）まとめと今後の課題

マンホールの液状化対策としては，既設マンホール対策として重量化工法及び過剰間隙水圧消散工法の施工実績が多く，今回震災においてその効果が確認された。採用工法として 2 極化が進みつつあるが，液状化対策の効果を確実に発揮するには，施工場所毎の施工条件に応じた工法の選択が必要であり，今後は他工法も含めた適用条件の整理及び条件による効果の違いの検証が必要と考える。またあわせて，加速度的な耐震化に向けた，より経済的で効果の高い新工法の開発も進めるべきと考える。

5. おわりに

東日本大震災では，東北から関東にかけての広い範囲で発生した液状化により，多くの管きょ及びマンホールが被害を受けた。管路施設の耐震化率は 14％と低く，今回の地震において被害を受けた管きょやマンホールのほとんどは未耐震であったと考えられる。

今後想定される東海・東南海・南海等の巨大地震に備え，既設下水道管路施設の耐震化は急務である。今回震災で得られた新たな教訓や知見が今後の対策に役立ち，来る地震時の被害防止に少しでも貢献できることを切に願う。

J C M A

《参 考 文 献》

1）気象庁 HP：http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/shindo_db/shindo_index.html
2）第 5 回下水道地震・津波対策技術検討委員会（資料 3），平成 23 年 12 月 15 日
3）下水道地震対策技術検討委員会報告書，平成 20 年 10 月
4）下水道施設の耐震対策指針と解説― 2006 年版―，日本下水道協会，2006
5）東日本大震災における下水道マンホール調査報告書，ハットリング工法研究会，平成 24 年 2 月

［筆者紹介］
深谷　渉（ふかたに　わたる）
国土交通省
国土技術政策総合研究所　下水道研究室
主任研究官

特集>>> ライフラインの復旧

東日本大震災による道路橋の被災と今後の研究

星 隈 順 一

東日本大震災から1年以上が経過したが，著者が所属する独立行政法人土木研究所構造物メンテナンス研究センター（CAESAR）では，本震の発生直後より，国土交通省国土技術政策総合研究所と連携して，岩手県，宮城県，福島県，茨城県，千葉県の各県内の道路橋の被災調査を行うとともに，これに加え，道路管理者からの技術相談や資料提供等を通じて，道路橋の被害の把握及びその分析に努めてきたところである。また，この結果を踏まえつつ，平成24年2月には道路橋示方書の改定がなされたところである。本報では，地震動ならびに津波の影響による道路橋の被害経験から今後必要な研究とその展望について概説する。
キーワード：東日本大震災，道路橋，被害，耐震補強，津波の影響

1. はじめに

平成23年3月11日14時46分頃に，三陸沖を震源とするモーメントマグニチュード9.0の巨大地震が発生した。今回の地震では，太平洋沿岸を中心に高い津波を観測し，特に東北地方から関東地方の太平洋沿岸では激甚な被害が生じた。また，本震後も規模の大きな余震が頻発し，4月7日23時32分頃には，宮城県沖を震源とするマグニチュード7.1の地震が発生している。

本震の発生直後より，国土交通省国土技術政策総合研究所及び独立行政法人土木研究所では連携して，岩手県，宮城県，福島県，茨城県，千葉県の各県内の道路橋の被災調査を行った。これまでに直接調査できた橋の数は200橋以上に上るが，これに加え，道路管理者からの技術相談や資料提供等を通じて，道路橋の被害の把握に努めてきたところである。道路橋に生じた被害を大別すると，地震動による被害，津波の影響による被害，液状化の影響による被害の3つに分類される。個々の橋の被害状況については既報[1)～5)]を参照いただきたいが，本報では，地震動ならびに津波の影響による道路橋の被害経験から今後必要な研究とその展望について概説することにしたい。

2. 地震動の影響による道路橋の被害の特徴と課題

東北地方太平洋沖地震では，様々な機関によって多くの地点の地盤上における加速度記録が観測されている。各地点における地震動の特性は，震源からの距離や地盤条件に応じて，周期が0.5秒以下のような短周期の振動成分が卓越しているもの，0.5～1.0秒付近の周期の振動成分が卓越しているもの，1.0秒以上のようにやや長い周期の振動成分が卓越しているもの等，様々な記録が観測されているが，橋のような構造物への影響が大きくなる1.0秒前後の周期帯での加速度応答スペクトルに着目すると，兵庫県南部地震において観測された加速度応答スペクトルと同等もしくはそれよりも低い値であった[1)]。一方，今回の地震は複数の断層の破壊が連動して生じたことにより，主要動が連続して生じるような地震動が観測され，地震動の継続時間が過去の強震記録と比較しても長いという特徴が見られた[6)]。

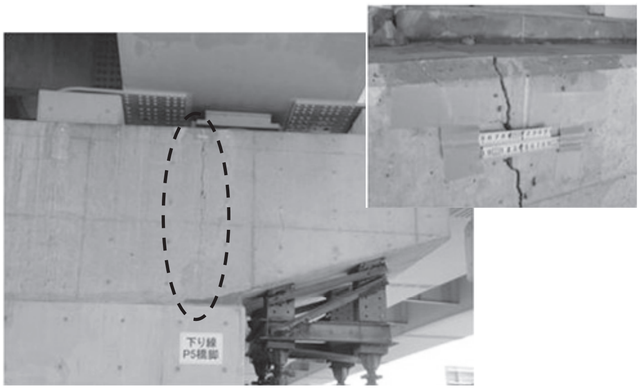
このような特性の地震動に対して，道路橋の被害としては，これまでの大規模な地震における被害と概ね同様な形態の被害が多く生じた。すなわち，昭和55年よりも古い基準で設計され，過去の地震でも被害が生じている構造形式の橋で，耐震補強がなされていない橋に比較的大きな被害が生じた。このような分類に入る橋の被害例としては，鉄筋コンクリート橋脚の軸方向鉄筋段落し部の損傷，軸方向鉄筋量の少ない鉄筋コンクリート橋脚の損傷，鋼製支承本体の破損，支承取り付け部周辺の損傷等が挙げられる[1)～5)]。いずれの被害形態も，昭和53年宮城県沖地震や平成7年兵庫県南部地震等でも確認されているものである。

その一方で，古い基準で設計された橋でも耐震補強

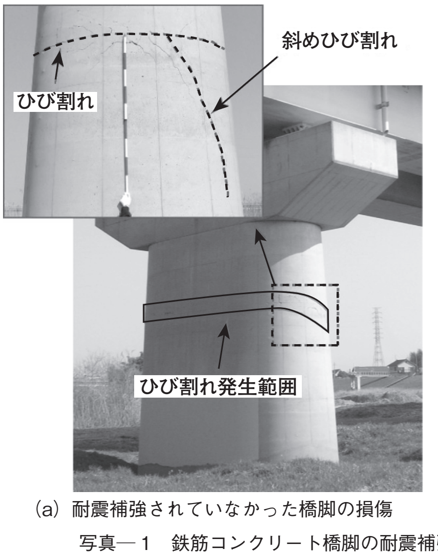
されていた橋では，橋の機能回復が速やかにできたかどうかという耐震性能の観点からは，損傷は限定的なものであった。道路橋では，過去の震災経験を踏まえ[7]，兵庫県南部地震のような地震動に対しても落橋や倒壊等の被害を防止できるようにすることを目的として，まずは鉄筋コンクリート橋脚躯体における軸方向鉄筋段落し部の補強や桁端部における上部構造の落橋防止対策等の耐震補強対策が優先的に進められてきたところである。今回の地震は，道路橋に対してこのような耐震補強が本格的に実施され始めた以降の地震の中でも最も大きいクラスの地震であり，耐震補強効果を検証しておくことが重要である。

写真―1は，茨城県水戸市を流れる河川に架かる隣接した2橋の地震後の状況を比較して示したものである。**写真―1（a）**に示す橋は2連の3径間連続鋼箱桁橋で，下部構造は昭和46年道路橋耐震設計指針が適用されて設計されている。本橋では，鉄筋コンクリート橋脚に対する耐震補強等はされていなかったが，今回の地震により，鉄筋コンクリート橋脚の軸方向鉄筋の段落し部において斜め方向のせん断ひびわれが生じる被害が生じた。この損傷は，兵庫県南部地震で橋脚の倒壊に至った段落し部での破壊形態における初期の損傷状態であり，余震によりさらに損傷が進展した場合の状況を想定すれば，決して軽視してはならない被害であることから，この橋では全面通行止めの措置がなされた。一方，**写真―1（b）**は，**写真―1（a）**の橋から約400 m上流側にほぼ平行して架かる3径間連続鋼箱桁橋と4径間連続鋼箱桁橋から構成される橋における固定支承を有する鉄筋コンクリート橋脚の状況を示したものである。この橋脚では，RC巻立て工法により耐震補強がなされており，地震による損傷は生じていない。**写真―1**の2橋は，上部構造の幅員や橋脚の寸法等に違いはあるが，構造形式は概ね同様であり，振動特性も近似していると推測され，さらに，距離的にも非常に近接しており，橋が架かっている向きもほぼ同じであることから，両橋は同等の地震動の影響を受けたものと考えられる。そのような2橋を，地震後に橋としての機能の回復が速やかに行えたかどうかという耐震性能の観点から比較してみると，その違いは明白であり，橋脚に対して実施していた耐震補強が橋の耐震性能を向上させたことを示す一つの事例と言えよう。

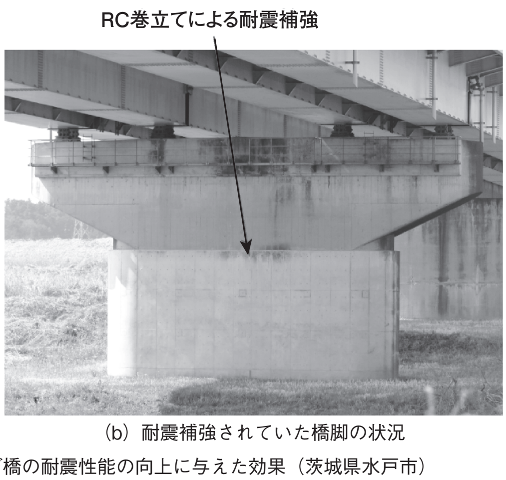
ただし，従来からの弱点であった段落し部を耐震補強していた橋脚において，その補強部位とは別の部位に損傷が生じた事例もあった[1),8),9)]。**写真―2**は，福島県郡山市に架かる2径間連続鋼箱桁橋の中間固定橋脚の被害状況を示したものである。本橋では，耐震補強として橋脚躯体部がRC巻立て工法により耐震補強されるとともに，支承部には変位制限構造が設置された構造となっている。本橋脚では，支承部には損傷はなかったが，頂部から両側に張り出している横梁に



写真―2　鉄筋コンクリート橋脚の横梁付け根部に生じた損傷



（a）耐震補強されていなかった橋脚の損傷



（b）耐震補強されていた橋脚の状況

写真―1　鉄筋コンクリート橋脚の耐震補強が橋の耐震性能の向上に与えた効果（茨城県水戸市）

おいて，天端上面から下方に向かって縦方向のひびわれ（幅約 10 mm）が生じた。このような横梁のひびわれは，支承を通じて伝達される活荷重の作用に対して影響のある損傷であることから，機能回復を速やかに行うことができるかどうかという耐震性能の観点からは，注意すべき損傷である。

また，耐震補強を目的として橋脚や橋台に制震装置等を取り付ける事例が増えてきているが，今回の地震では，**写真―3**に示すように，このような制震装置を取り付けた下部構造側の部位に損傷が生じた事例があった。いくら優れた制震装置を装着しても，制震装置から伝わってくる力とその受け手となる取り付け部位の抵抗力のバランスが適切でないと，制震設計の前提が崩れることにもなりかねないため，制震装置や取り付け部の設計では，受け手となる部位への取り付けの施工性にも注意しつつ，制震装置の動的特性を適切に把握した上で慎重に行う必要がある。

写真―3　制震装置を取り付けた下部構造側の部位に生じた損傷

一方，今回の地震では，道路橋の構造本体に生じた損傷よりも，橋台背面土の沈下に伴う段差が多数の橋で生じたことも大きな特徴であった[1), 10)]。**写真―4**は，橋台背面土の沈下によって生じた段差の例を示したものである。ここに示すように，踏掛版がなく車道部に段差が生じた事例，車道部には踏掛版があるが路肩部で沈下が生じた事例，踏掛版は設置されていたが盛りこぼし橋台の背面土沈下に伴い段差が生じた事例等が確認されている。このような橋台背面土の沈下によって生じる段差は，新しい被害形態ではないものの，段差を復旧し一般交通開放までに 4 日以上を要した事例もあった。橋梁の構造本体側の耐震補強等が進むにつれ，橋台背面アプローチ部に生じる段差が地震直後における交通機能確保の支障となる直接の要因となってきつつあるとも言える。したがって，橋と背面側の盛土等との路面の連続性を確保できるように，基礎地盤の安定性，橋台背面土工部の安定性，排水性等に配慮して設計，施工するとともに，橋に要求される性能に応じて踏掛版の設置等の対策を実施していくことが重要になってくると考えられる。

なお，ここでは詳述することは割愛するが，地震動の影響によるその他の重要な被害の特徴として，兵庫

写真提供：東北地方整備局

（a）踏掛版がなく車道部に段差が生じた事例

写真提供：東北地方整備局

（b）車道部には踏掛版があるが路肩部で沈下が生じた事例

写真提供：東北地方整備局

（c）踏掛版は設置されていたが盛りこぼし橋台の背面土沈下に伴い段差が生じた事例

写真―4　橋台背面の沈下により生じた段差の状況

県南部地震以降多く使用されるようになったゴム支承に破断が生じた事例があったこと[1)]も挙げられる。

3. 津波の影響による道路橋の被害の特徴と課題

今回の地震では，東北地方から関東地方にかけての太平洋沿岸部の広い範囲において大きな津波の影響を受けたが，その沿岸地域に架かっていた道路橋も津波により上部構造が流出する等の被害が生じた。今回のような極めて大きな津波からの作用に対して，できる限り早期に橋の機能回復を図るという観点から，橋の設計をどう考えるかが重要な課題である。

今回の津波による被災経験を踏まえ，地域における津波に対する防災計画の策定が進められてきているが，そもそも，津波の影響を受ける可能性がある地域における道路計画は，その地域の防災計画と一体となって検討される必要がある。道路は地震後において避難路としての役割，救援活動や復旧活動のための緊急輸送路としての役割等，路線によってそれぞれの役割があり，地域内の個別の路線に求められる性能は，その地域の防災計画等に基づいて設定されることが基本であると考えられ，その路線上にある道路橋の設計においても，このようにして設定される当該路線に求められる性能に応じて，適切な構造計画を検討する必要がある。

今回の津波による道路橋の被災を見ると，津波の高さが上部構造の高さにまで達していない場合には，津波による上部構造の流出等の致命的な被害は確認されていないことから，橋の架橋地点において考慮する津波高さに応じて桁下空間を確保することは，構造計画上の基本的な考え方となる。その上で，路線に求められる性能に応じて，仮に津波が上部構造の高さにまで達するような状況に対しても，津波の影響をできる限り抑制できるような合理的な構造計画となるように配慮しておくことが重要になると考えられる。今回の地震において，津波の高さが上部構造の高さを超えたと考えられる橋の被災に着目すると，**写真―5**のように上部構造が流出した橋がある一方で，**写真―6**のように流出しなかった橋もある。さらに，上部構造が流出した橋の中には，上部構造が裏返しになったものと裏返しにはならなかったものがある。このような被災状況の違いは，津波の影響を受ける橋の挙動とそのメカニズムを解明していく上で重要な着眼点になるが，橋が津波の影響を受ける時のメカニズムを踏まえ，今回の津波により流出した橋と流出しなかった橋の多数のデータからその構造的特徴の違いを分析すること等を通じて，津波の影響を受けにくくするための合理的な構造計画上の工夫の方法はないか，研究を進めているところである。さらに，非常に大きな津波の作用等によって橋桁が流出してしまうような万一の状況にも備え，例えば複数径間の渡河橋で，近接した場所に応急的な迂回路を確保することが難しい条件のような場合には，既存の応急復旧橋等を速やかに架設できるように予め下部構造位置を構造計画しておくという考え方もあろう。

いずれにしても，まずは津波の影響を受ける橋の挙

写真―6　津波が上部構造位置を超えたと想定されるが上部構造は流出しなかった橋

(a) 上下裏返しになったポステンPC桁

(b) 裏返しにならなかったプレテンPC桁

写真―5　津波により上部構造が流出した橋の被災状況

動や抵抗特性の解明が必要であり，上部構造が流出したメカニズムだけでなく，流出しなかったメカニズムにも着目し，津波に対して合理的な橋の構造計画ができるように，今後も研究を進めていきたいと考えている。

4. おわりに

本報では，地震動ならびに津波の影響による道路橋の被害経験から今後必要な研究とその展望について概説した。過去の震災経験を踏まえ，緊急輸送路となる重要な路線から順次実施してきた耐震補強は，橋としての機能を早期に回復することを可能にした一つの要因になったと言える。したがって，耐震補強が求められる構造条件の橋でまだ耐震補強が実施されていない橋に対しては，その構造特性や地震時に弱点となる部位の特性に応じた適切な耐震補強対策を着実に推進していくことが重要である。

その一方で，地震後に速やかに交通機能を確保できるかという観点からは，橋台背面アプローチ部の段差対策や津波の影響を受ける地区に構築される橋の構造計画の考え方等，今回の震災経験を踏まえた新たな研究課題にも取り組んでいく必要がある。東海，東南海，南海地震等の巨大地震の発生も逼迫している状況にあり，今回の震災経験を今後の合理的な耐震対策として具体的な形で生かしていけるよう，被災の生じなかった事例も含めてよく検証しながら研究を進めていきたいと考えているところである。

謝　辞

本稿で例示した道路橋の被災調査及び情報収集にあたり，国土交通省東北地方整備局道路部，岩手県，茨城県をはじめとする関係機関には，災害対応でご多忙の中にもかかわらず，多大なるご協力をいただきました。ここに記して，深甚なる謝意を表します。

JCMA

《参 考 文 献》

1) 国土技術政策総合研究所，独立行政法人土木研究所：平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震，土木施設災害調査速報，国総研資料第 646 号・土研資料第 4202 号，2011 年 7 月
2) 星隈順一，玉越隆史：東北地方太平洋沖地震による道路橋の被災状況調査速報，橋梁と基礎，Vol.45，pp.32-35，2011 年 6 月
3) 星隈順一，玉越隆史，堺淳一：東日本大震災における道路橋の被災状況，プレストレストコンクリート，Vol.53，No4，pp.15-16，2011 年 7-8 月
4) 星隈順一，玉越隆史，堺淳一：東北地方太平洋沖地震による道路橋の被災状況の概要，コンクリート工学，Vol.49，No.8，2011 年 8 月
5) 玉越隆史，星隈順一，横井芳輝：地震・津波による橋梁等道路構造物の被害，土木技術資料，Vol.53，No.8，pp12-15，2011 年 8 月
6) 坂柳皓文，星隈順一，堺淳一：非線形スペクトル解析による東北地方太平洋沖地震の地震動の特性に関する一検討，第 14 回性能に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウム，pp.243-250，2011 年 7 月
7) 運上茂樹，星隈順一，堺淳一，植田健介：過去の大規模地震における落橋事例とその分析，土研資料第 4158 号，2009 年 12 月
8) 星隈順一，張広鋒：東北地方太平洋沖地震における耐震補強がなされていた道路橋の概況について，日本地震工学会大会― 2011 梗概集，pp.4-5，2011 年 11 月
9) 星隈順一，張広鋒，堺淳一：橋梁の耐震性の向上に向けて―東北地方太平洋沖地震における耐震補強された橋の挙動―，土木技術資料，Vol.54，No.1，pp8-11，2012 年 1 月
10) 小山田桂夫，前田隆：東日本大震災に伴う橋梁被災状況について，第 29 回日本道路会議，2011 年 11 月

[筆者紹介]

星隈　順一（ほしくま　じゅんいち）
㈱土木研究所
構造物メンテナンス研究センター
上席研究員

特集>>> ライフラインの復旧

プローブデータから見えた道路ネットワークの課題

上 坂 克 巳・橋 本 浩 良・塚 田 幸 広

平成23年3月11日に発生した東日本大震災を受け，我が国の道路ネットワークの脆弱性が再認識されている。本稿では，震災時，震災直後，平常時の交通流動や旅行速度等のサービスレベルを，プローブデータ（ナビゲーションシステムから得られる自動車の走行軌跡データ）等を用いて見える化した各種の取り組みを紹介する。高速道路のミッシングリンクにより震災直後の交通流動で生じた課題，諸外国と比べて低い我が国の広域移動のサービスレベル，首都圏において帰宅交通により生じた大渋滞の状況等から，我が国の道路ネットワークの課題が明らかとなった。

キーワード：プローブデータ，旅行速度，道路ネットワーク，東日本大震災

1. はじめに

コスト縮減への強い社会的要請の中，渋滞等の問題箇所を厳選し，重点対策を講じるためには，従来の5年に1度の道路交通センサスだけでは必要なデータが取得できない。時々刻々変動する交通データを全国の幹線道路を網羅し効率的に把握するため，道路交通調査のあり方の抜本的な見直しが求められている。

国土交通省では，「5年に1度の道路交通センサス」はOD調査を軸とする交通需要推計に必要な調査に重点を置きつつ，交通量及び旅行速度は「常時観測（連続観測）」を基本とするという方針転換を行った。

交通量及び旅行速度の常時観測の実施にあたり，国土技術政策総合研究所では，

①交通データのプラットフォームとなる交通調査基本区間等の標準化

②車両感知器データを活用した広域的な交通量推定手法の開発

③プローブデータの加工・補完による全国の旅行速度データの提供

を行い実務を支援しつつ，これらのデータを有効活用した各種の分析と研究開発を行っている。

一方，平成23年3月11日に発生した東日本大震災を受け，我が国の道路ネットワークの脆弱性が再認識されている。そこで，本稿では，震災時，震災直後，平常時の交通流動やサービスレベルを，特に③のプローブデータ等を用いて見える化し，我が国の道路ネットワークの課題を定量的に明らかにする。また，今後の道路計画，情報提供の方向性について考察する。

2. プローブデータとは

「プローブ」とは，医学では「探り針」，航空宇宙では「探査機」を意味する。道路交通の分野では，従来はGPSを搭載した試験車両の走行軌跡をもとに，試験区間の旅行速度調査を行っており，その試験車両のことを「プローブカー」と呼んでいた。

近年は，会員制カーナビや携帯ナビ等の普及により，これらから得られる走行軌跡データ（以下，本稿ではこれらを称して「プローブデータ」という。）を取得することが可能となった。これらのデータは，本来，カーメーカ，携帯電話のアプリケーションプロバイダ等がドライバーへの経路案内，交通情報の提供をリアルタイムで行うために利用されてきた。リアルタイムデータは蓄積すると，365日24時間のデータとなり，交通流の時間変動，日変動，季節変動等を踏まえた，綿密な道路計画・評価が可能となる（**図―1**）。

図―1　プローブデータの利活用の拡大

区間番号	進入ノード	退出ノード	日付	進入時間帯(15分毎)	平均旅行時間(秒)	取得件数(件)
00010002	0001	0002	20100311	1015	90	5
00010002	0002	0001	20100311	1015	80	3
・・・	・・・	・・・	・・・	・・・	・・・	・・・

図―２　プローブデータのフォーマットの一例

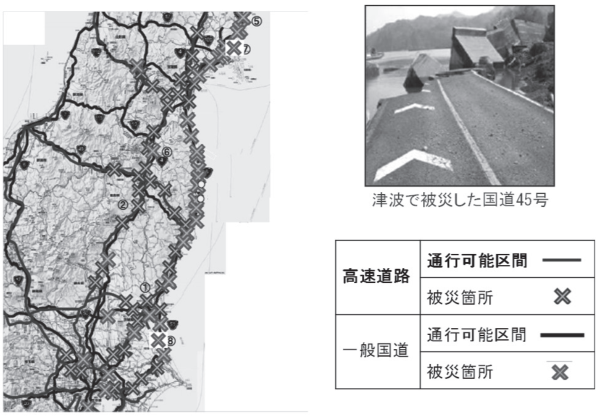
図―２は，プローブデータのフォーマットの一例である。

3. プローブデータから見えた道路ネットワークの課題

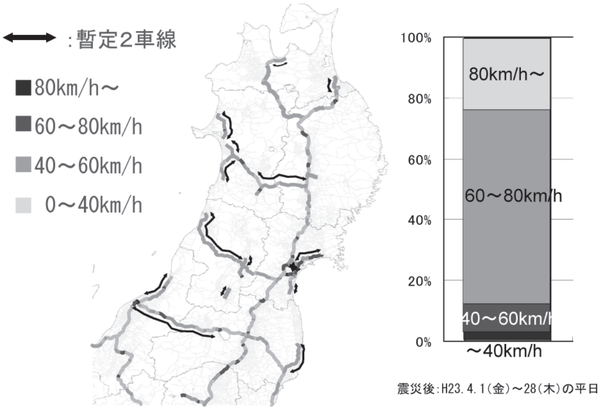
(1) 東日本大震災後の復旧時期における広域的な交通流動と発生した課題

図―３に，平成23年3月11日に発生した東日本大震災による幹線道路の通行止め状況を示す。東北縦貫自動車道，常磐自動車道，一般国道4号，一般国道6号等において道路交通が遮断された。震災後，東北縦貫自動車道及び一般国道4号は緊急輸送路に指定され一般車両の通行が制限されたため，関東から東北に向かう一般車両は，**図―４**に示すように日本海側へと迂回した。人流・物流の確保に日本海側のネットワークが大きく寄与することとなった。

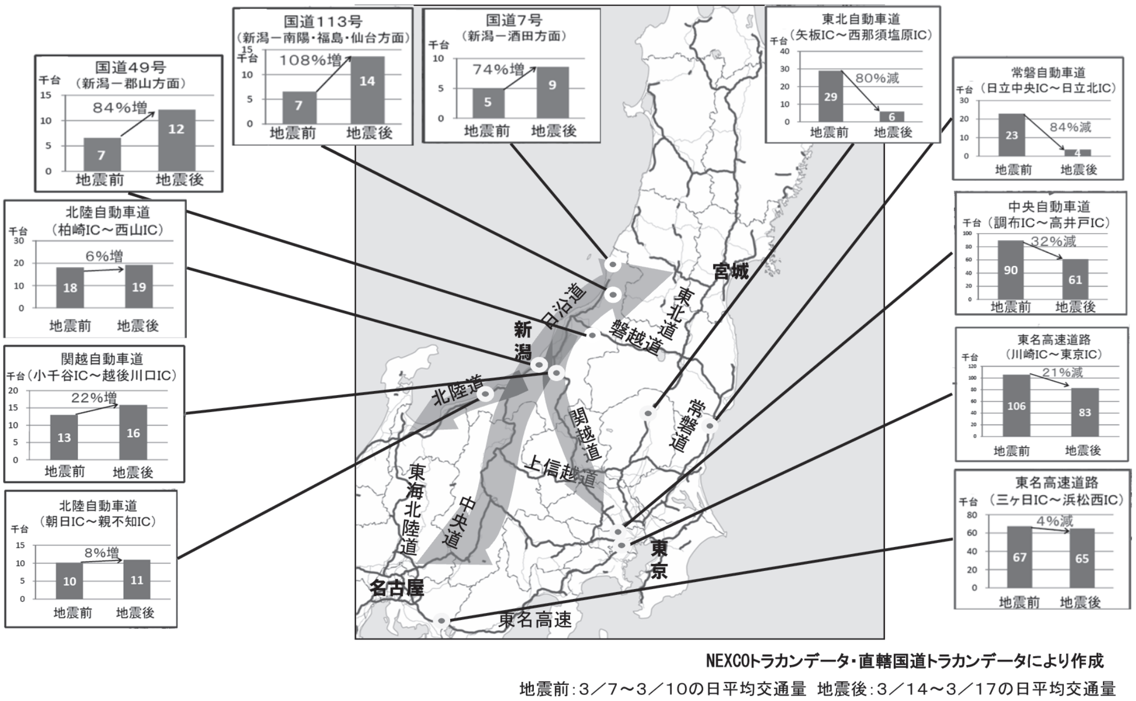
一方で，**図―５**に示すように，東北地方の高速道路に多く残る暫定2車線区間では，通行車両の増加により走行速度が低下するなど高速道路の速達性が確保できない区間が明らかとなった。さらに，高速道路のミッシングリンクでは，通過車両は一般道を走行し，それらの区間では大きな速度低下が見られた（**図―６**）。



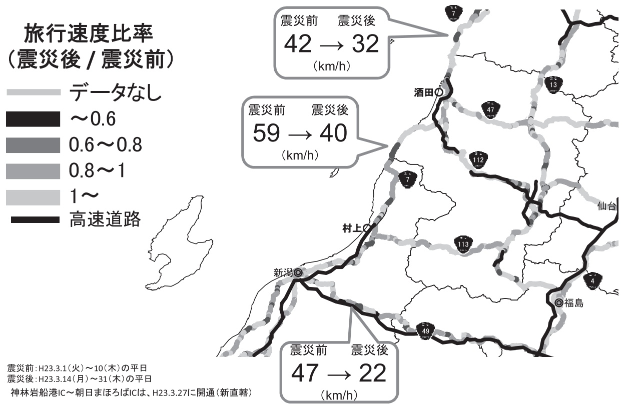
図―３　東日本大震災による通行止め区間 [1)]



図―５　震災後の高速道路（暫定２車線）の速度状況 [2)]



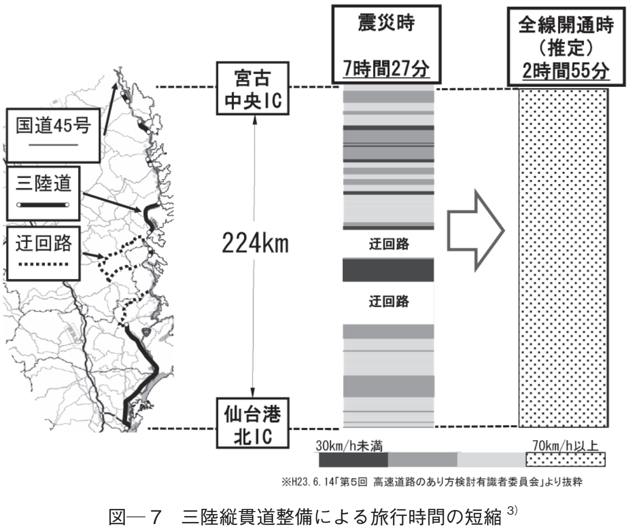
図―４　東北道の通行規制中の道路利用状況 [2)]



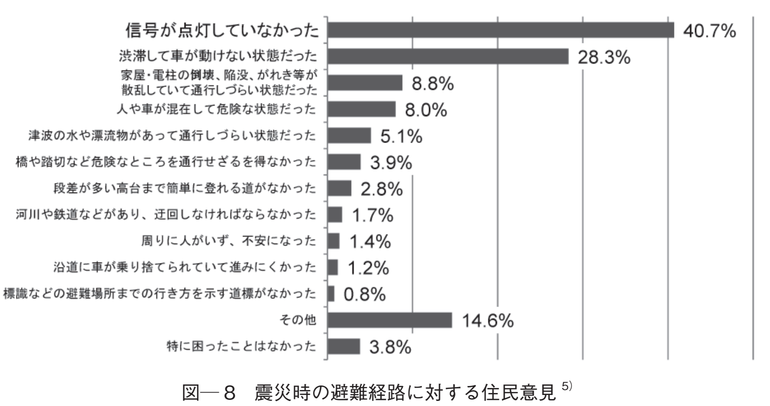
図—6　震災後の一般道路における速度低下 4)

(2) 三陸縦貫自動車道の役割

部分的に供用していた三陸縦貫自動車道は，津波浸水区域を迂回するルートであったことから，損傷がほとんどなく，避難路としても大きな役割を果たした。一方，三陸縦貫自動車道の未整備区間の一般道路については，橋梁の被災により，仙台～宮古間で大きな迂回が発生した。仮に，三陸縦貫自動車道が仙台～宮古間で整備されていたと仮定すれば，震災時には，約7時間30分を要していた仙台から宮古までの移動が，約3時間にまで短縮していたと予想される（**図—7**）。



図—7　三陸縦貫道整備による旅行時間の短縮 3)



図—8　震災時の避難経路に対する住民意見 5)

(3) 避難時における信号交差点の課題

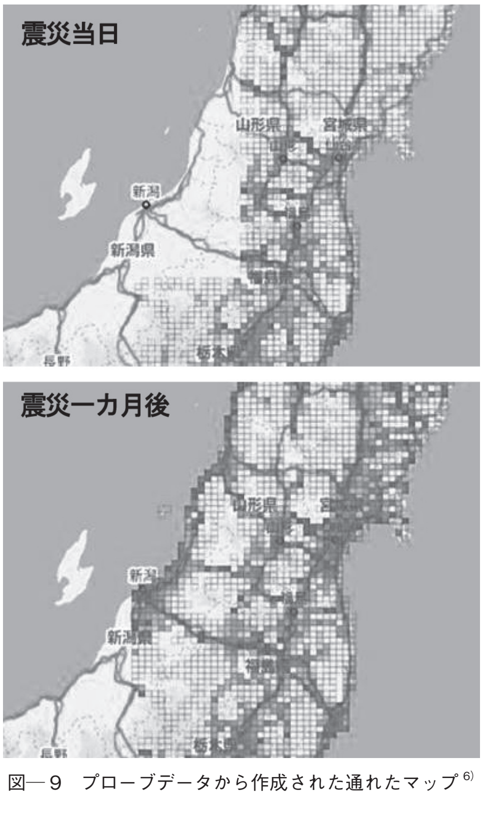
また，**図—8**は，震災時の避難経路に着目し，住民に対して行った避難経路に対するアンケート調査結果である。この結果，「信号が点灯していなかった。」ことを問題視する意見が最も多かった。地震による停電のため，点灯しない信号交差点が避難時の道路ネットワークのボトルネックとなった可能性がある。

(4) 通行可能情報の提供

図—9は，震災時，民間事業者が保有するプローブデータを用いて作成された「通れたマップ」である。震災直後には，通信の途絶などによりどの道路が通行止めなのかを知る手段が乏しかった。この中で提供された「通れたマップ」は，実際の自動車の通行実績データを基に作成されており，被災地での避難や救援のための移動を支援する情報として非常に有効であった。

震災当日と震災一カ月後の通行実績を見比べると，道路の復旧により，岩手県の沿岸部などにおいて，通行実績が増えていることも分かる。

このような民間事業者が保有する情報に，道路管理者の保有する通行止め情報等の災害情報を組み合わせることで，道路利用者にとってより有効な情報を提供できる可能性がある。このような民と官との連携も重要な課題と考えられる。

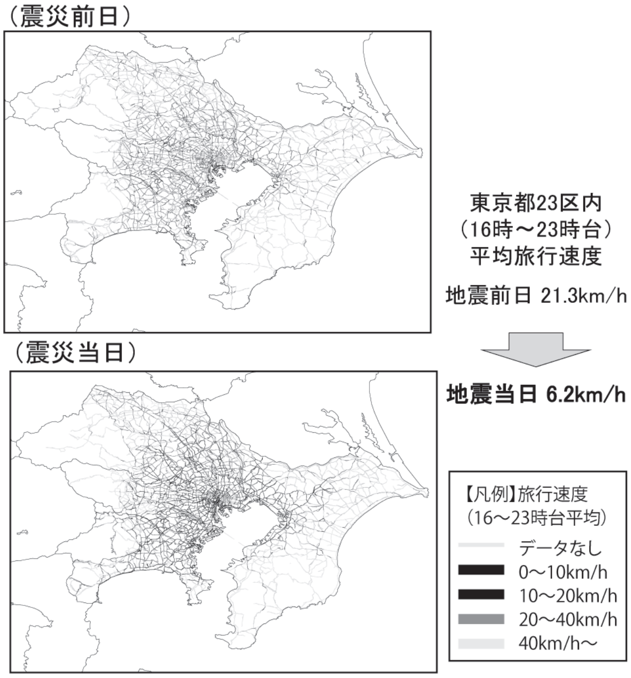


図—9　プローブデータから作成された通れたマップ 6)

(5) 東日本震災直後の首都圏の交通流動

図― 10 は，東日本大震災前後の１都３県（東京都，千葉県，埼玉県，神奈川県）の都県道以上の旅行速度を図示したものである。

16 時台～ 23 時台の平均旅行速度を分析したところ，震災前日に比べ，地震当日は特に帰宅に向かう自動車が集中し，ほとんどの道路で 10 km/h 以下となっている。特に，23 区内の平均旅行速度は 6.2 km/h と，徒歩より若干速い程度の速度まで低下した。もし信号機が滅灯するような地震が首都圏で発生した場合，自動車交通への影響は計り知れない。



図― 10 首都圏における地震発生直後の速度低下

4. 課題解決に向けた取り組み

(1) 今後の高速道路のあり方

今後の高速道路のあり方として，高速道路のあり方検討有識者委員会において「今後の高速道路のあり方 中間とりまとめ」が平成 23 年 12 月 9 日にとりまとめられた[4]。前述の諸課題への対応策に関係するものとして，下記の事項が記載されている。

【高速道路ネットワークに求められる主な機能】

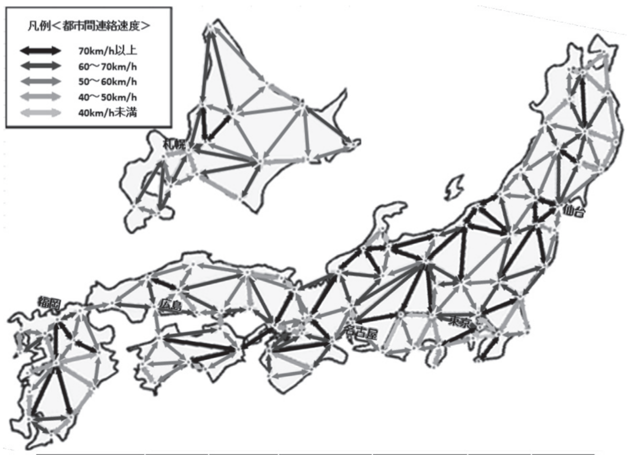
・主要な都市間・地域間について，走行性が高い国道も活用しつつ，安全性にも配慮して，連絡速度 60 km/h ～ 80 km/h 程度のサービスレベルを確保

【新たな整備の考え方】

①走行性の高い国道の活用や完成２車線の採用（追い越し車線や災害などを考慮した幅員の確保）

②簡易な形式の IC を数多く設置するなど，利便性の向上

③避難場所としての機能など，防災機能の付加

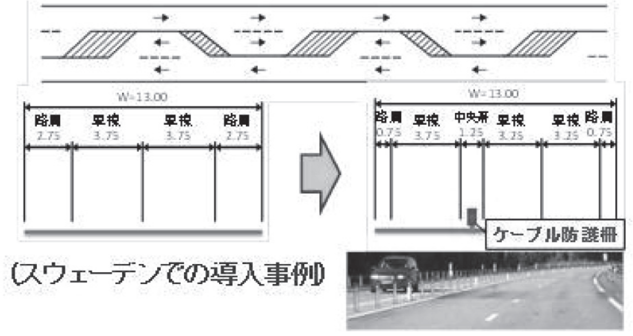


	日本	ドイツ	フランス	イギリス	中国	韓国
平均連絡速度	59 km/h	90 km/h	88 km/h	72 km/h	73 km/h	60 km/h

図― 11 都市間連絡速度によるネットワークの評価[7)]

(2) 震災にも強い新たな道路構造の模索

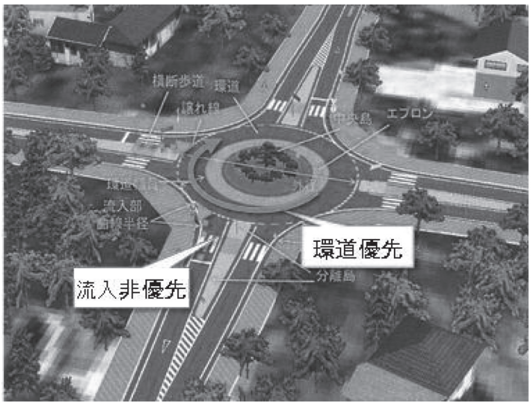
(1) の【新たな整備の考え方】のうち，① 走行性の高い国道の活用や完成２車線の採用（追い越し車線や災害などを考慮した幅員の確保）の対応策の一つと考えられるのが**図― 12** に示す「2 ＋ 1 車線」の道路構造である。「2 ＋ 1 車線」道路とは，追い越し車線が交互に設置された２車線道路のことをいい，中央分離帯には着脱式のケーブル防護策等が用いられることが多い。



図― 12 新たな道路構造の検討―「2 ＋ 1 車線」道路

たとえばスウェーデンにおいては，1990 年代，標準幅員 13.5 m の２車線道路の断面構成が再検討され，「2 ＋ 1 車線」道路が導入された。交通事故発生が深刻な区間において 20 ～ 50% の事故削減効果が期待され，これまでにおよそ 1,000 km が供用されている。

一方，3. (2) に示したように災害時の停電の対応策の一つと考えられているのが，**図― 13** に示す「ラウンドアバウト」という道路構造である。

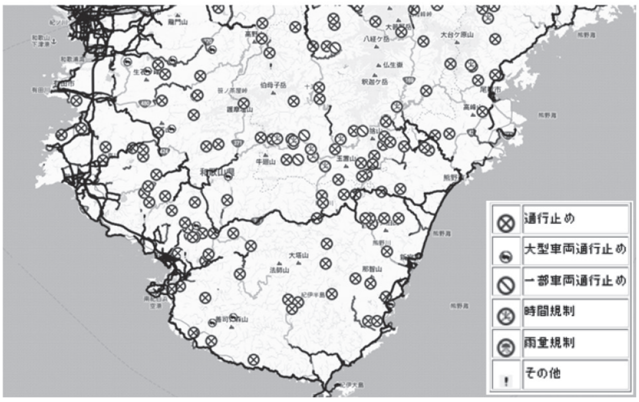


図― 13　新たな道路構造の検討－ラウンドアバウト[8)]

「ラウンドアバウト」とは，環道交通流に優先権があり，かつ環道交通流は信号機や一時停止などにより中断されない円形の平面交差部の制御方式である。「ラウンドアバウト」には，信号が不要であるため，災害に強いだけでなく，高い安全性，円滑性も期待できる。

(3) 通行可能情報の共有に向けて

平成 23 年 9 月に台風 12 号が，紀伊半島を中心として多大な被害をもたらした際，特定非営利活動法人 ITS Japan が，「通行実績・道路規制情報」を作成し，一般に提供した (**図― 14**)。これは，民間プローブデータから得られる通行実績情報と地方整備局が各県ＨＰ情報から集約した「台風 12 号に伴う災害による道路規制情報」を統合したものである。このような民と官との情報連携をスムーズに行うための方策は、重要な検討課題である。



図― 14　台風 12 号来襲時の通行実績・道路規制情報[6)]

5. おわりに

以上，平成 24 年 3 月に東京と大阪で開催された「国総研・土研　東日本大震災報告会　～震災から 1 年を経て，見えてきたこと」での報告内容を紹介した。

道路交通調査に革新をもたらしているといっても過言ではないプローブデータの活用により，我が国の道路ネットワークの課題を，様々な角度から分析した。これらの課題の解決のためにもプローブデータを用いた科学的分析が必要不可欠と考える。また，災害に強く低コストな道路構造の検討も重要であろう。

なお，本稿における意見の部分は，あくまで筆者らの個人的見解であることをお断りする。

J C M A

《参 考 文 献》

1) 国土交通省，第 1 回高速道路のあり方検討有識者委員会配布資料，2011.4.7
2) 国土交通省，第 13 回道路分科会配布資料，2011.5.23
3) 国土交通省，第 5 回高速道路のあり方検討有識者委員会配布資料，2011.6.14
4) 国土交通省，第 4 回高速道路のあり方検討有識者委員会配布資料，2011.5.30
5) 国土交通省，都市地域整備局報道発表資料　東日本大震災の津波被災現況調査（第 3 次報告）～津波からの避難実態調査結果（速報）～，2011.12.26
6) 特定非営利活動法人 ITS Japan ホームページ（http://www.its-jp.org/）
7) 国土交通省，第 11 回高速道路のあり方検討有識者委員会配布資料，2011.10.12
8) 中村英樹ほか，日本におけるラウンドアバウトの計画・設計ガイドの検討，交通工学第 44 巻 3 号，pp.24-32，2009.5

［筆者紹介］

上坂　克巳（うえさか　かつみ）
国土交通省
国土技術政策総合研究所　道路研究部
道路研究室長

橋本　浩良（はしもと　ひろよし）
国土交通省
国土技術政策総合研究所　道路研究部　道路研究室

塚田　幸広（つかだ　ゆきひろ）
国土交通省
国土技術政策総合研究所
道路研究部長

特集>>> ライフラインの復旧

東北地方太平洋沖地震に伴う霞ヶ浦用水施設の被災状況と応急対策の報告

西川 隆司

平成23年3月11日14時46分頃発生した東北地方太平洋沖地震により，霞ヶ浦用水施設においても地震観測基準点で最大震度6強を観測し，液状化によりパイプラインが大きな被害を受け，一時送水不能となった。発災後，利水者をはじめとする関係機関等の協力を得て，また全社的な支援態勢を構築し職員が一丸となって応急対策に取り組んだ結果，都市用水については1週間で通水を再開することが出来た。

本稿では，今後の施設管理ならびに災害対応の一助とするため，霞ヶ浦用水施設の被害状況及び応急対策の実施状況等を報告するものである。

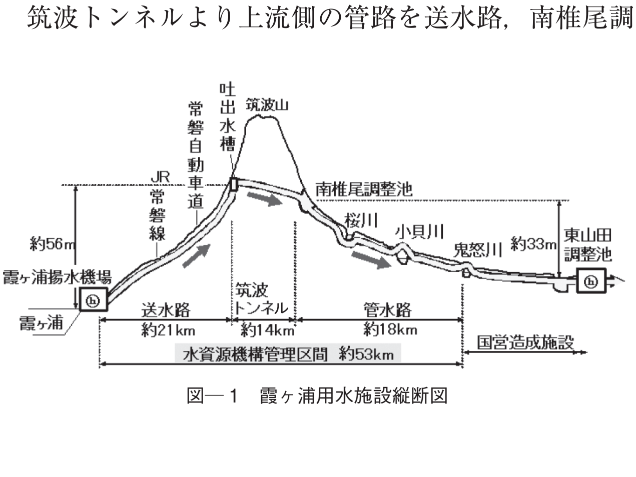
キーワード：東北地方太平洋沖地震，東日本大震災，霞ヶ浦用水，応急復旧

1. はじめに

霞ヶ浦用水事業は，茨城県西南地域の13市町にまたがる約19,300 haの農地に最大約17.76 m^3/sの農業用水を供給するとともに，この地域の9市町に最大約0.58 m^3/sの水道用水，14市町に最大約1.06 m^3/sの工業用水を供給する総合的な利水事業である。農林水産省，茨城県及び水資源機構（旧水資源開発公団）がそれぞれの事業区分ごとに事業を実施しており，昭和63年度から暫定通水を開始した後，平成6年度からの管理移行を経て，これまで22年が経過している。

送水方法は，霞ヶ浦開発事業で開発された霞ヶ浦を水源とし，茨城県かすみがうら市牛渡（うしわた）地先に設置した揚水機場より取水し，管路を通して筑波山中腹の吐出水槽へと圧送する。その後，自然流下により筑波トンネルを経て南椎尾（みなみしいお）調整池へと到達し，調整池から自然圧により管路を通って国営造成施設（農林水産省）へと引き継がれる。

筑波トンネルより上流側の管路を送水路，南椎尾調整池より下流側の管路を管水路といい，共用区間（農業用水・都市用水）は2連構造，専用区間（農業用水）は1連構造となっている。図―1に施設縦断図を示す。



図―1 霞ヶ浦用水施設縦断図

2. 地震の概要

(1) 地震の概要

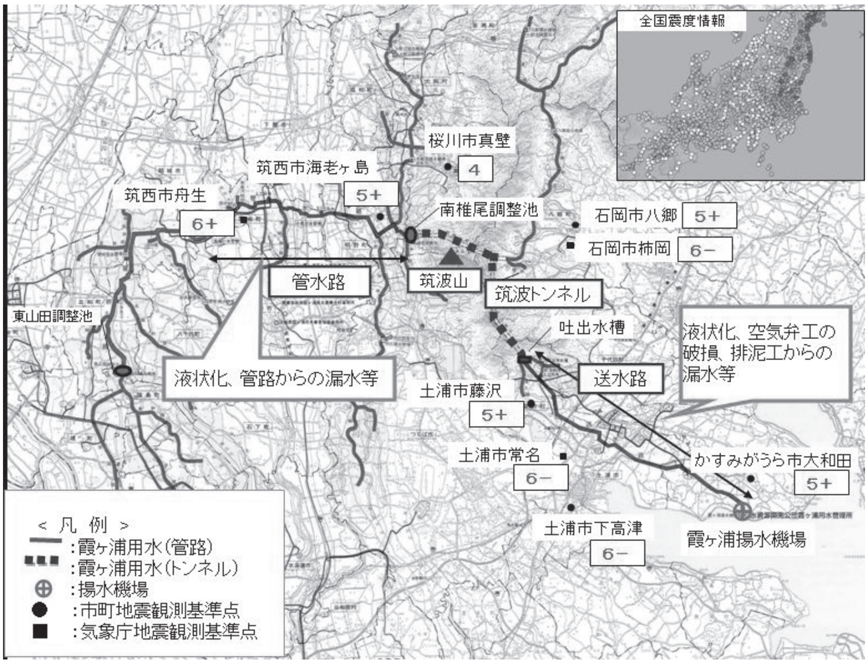
平成23年3月11日14時46分頃，三陸沖を震源とするマグニチュード9.0，南北に500 km，東西に200 kmという広範囲で連鎖的にプレートを崩壊させた想像を絶する巨大地震が発生した。この地震により宮城県栗原市で震度7，宮城県，福島県，茨城県，栃木県で震度6強など広範囲で強い揺れを観測した（図―2）。

(2) 地震直後の状況

地震直後，管理所では停電となり揚水機場のポンプが急停止した。そのため，操作室の監視制御設備の警報ブザーが鳴り響いたが，突然の激しい揺れに立つことが出来ず，止めに行くことすら出来なかった。また，事務室ではほとんどの書棚から書類が散乱したが，幸いけが人はなかった。

管理所の電気ならびに水道は1日で復旧したが，電話・携帯電話は地震後5日間は繋がりにくい状態が続いた。

霞ヶ浦用水施設の9箇所の地震観測基準点では，最大震度6強を観測したため，15時には防災の非常態勢に入り直ちに施設の総点検を開始し，被害状況の把



図―２　震度情報及び被害位置図

握に努めた（図―２）。巡視・点検は，施設が全延長約 53 km と長大であるため，事務方も含め全職員総勢 11 名で対応にあたった。

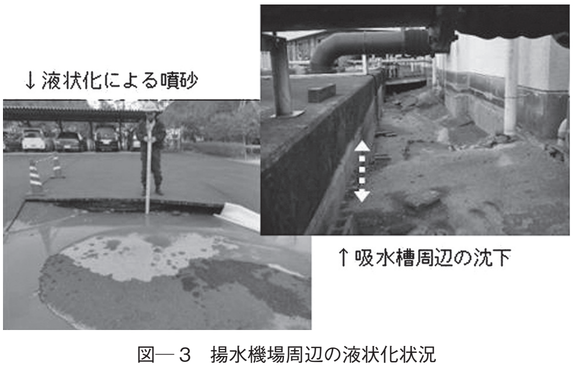
3. 被災状況

施設の巡視・点検の結果，以下のような被害状況が確認された。

(1) 埋設管周辺の液状化と周辺地盤の沈下

①揚水機場周辺

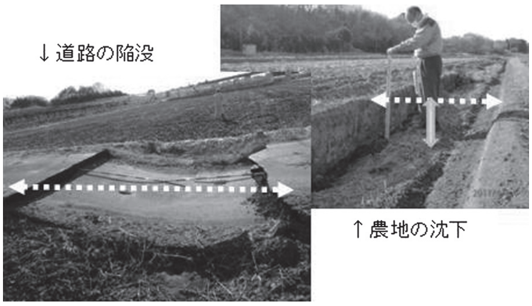
揚水機場構内において，揚水機場から送水路に接続する１号制水弁の間の埋設管上部，揚水機場及び吸水槽の周囲等で液状化による噴砂及び地表面の沈下が確認された（図―３）。



図―３　揚水機場周辺の液状化状況

②埋設管周辺

送水路及び管水路の埋設管上部の道路，用排水路及び農地（水田・畑）において，液状化による噴砂ならびに地表面の亀裂・沈下が確認された（図―４）。



図―４　道路・農地の沈下状況

なお，その後の調査の結果，埋設管の基礎・埋戻しに使用した砂質土が液状化したことを確認しているが，その詳細は本稿では割愛する。

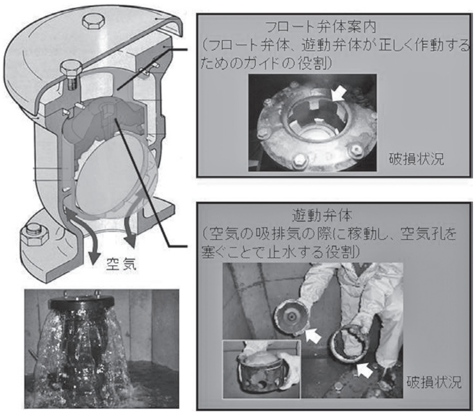
(2) 空気弁の破損

送水路及び管水路の空気弁は口径 ϕ 200 mm，ϕ 150 mm を基本として空気弁室内に設置している。また，空気弁室には道路下には格子蓋，その他はステッキタイプの空気抜きがある。

地震発生後の巡視・点検の途中，弁室の空気抜きから水が噴き出し道路が冠水しているのを確認しているが，水を止めることはできず，自然に止まるのを待つしか術がなかった。空気弁が地震で破損し漏水しているという考えには至らなかった。

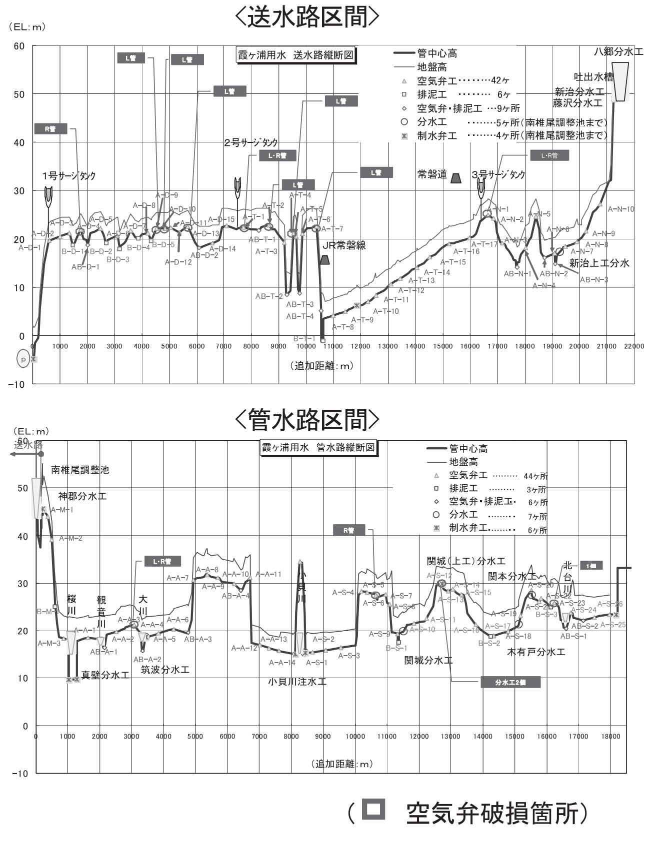
空気弁がどのように壊れているかは，その後の調査でフロート弁体案内（以下，「ガイド」という）及び

遊動弁体（ともに合成樹脂製）がフロートの激しい上下動により破損し，そこから出水したことが判明した（**図― 5**）。



図― 5　空気弁（破損）構造図

破損した空気弁は，送水路区間で 11 箇所，管水路区間で 6 箇所あるが，このうち，ガイド破損が 13 箇所（送水路区間：10 箇所，管水路区間：3 箇所），遊動弁体の破損が 4 箇所（送水路区間：1 箇所，管水路区間：3 箇所）であった（**図― 6**）。



図― 6　空気弁破損箇所位置図

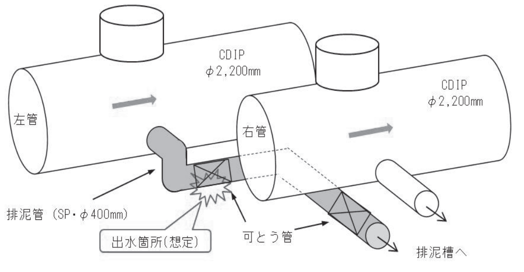
なお，空気弁の設置時期は，送水路区間が昭和 57 年から昭和 62 年，管水路区間が平成 3 年から平成 5 年にかけて施工され，古いもので 29 年が経過している。

(3) 排泥施設からの出水

今回の地震で最も被害が深刻だった施設が，送水路区間にある 3 号排泥工であった。この付近の埋設管の上部は管理用道路として使用しているが，土浦市と協定を結び市道として一般の通行に供されている。

3 号排泥工は谷部を横断するルートで周辺には蓮田があり，地下水も高い箇所である。

排泥工の構造は排泥槽及び空気弁室からなるが，2 連管の左管側の排泥管は右管の下を横断して排泥槽へ接続する複雑な構造である。排泥管は口径 φ400 mm の鋼管で排泥槽までの間に可とう管がある（**図― 7**）。



図― 7　3 号排泥工構造（出水想定）図

地震により排泥管が破損して出水し，上部の道路までの土砂が周辺の蓮田等へ流出した。出水時及び排水後の状況が**図― 8** である。

図― 8　3 号排泥工出水状況

排泥管の破損原因は，地震動により管の内水圧が激しく変化し，可とう管の前後に強い力がかかり，破断したのではないかと推測される。

(4) その他施設

既述の施設の他，空気弁室等の付帯施設，分水工の分岐管，サージタンク連絡管，監視制御設備（マイクロコントローラ），都市用水ポンプのセルビウス装置のインバータ変圧器，揚水機場と管理所の間の連絡通路，高圧電線用ケーブルダクト等が被災した。

4. 応急復旧作業

(1) 復旧方針

西南地域では約 30 万人の市民が水道用水が届くのを待っており，霞ヶ浦用水では一日でも早く通水を再開させる必要があった。

発災直後は被害箇所が把握できず，復旧には数週間から数ヶ月を要すると思われたが，その後の施設の巡視・点検で被害状況が明らかになり，早期の通水再開に向けた対策の検討を行った。最大の懸案である 3 号排泥工の復旧については，材料の調達，施工，充水期間等を考慮すると当初約 1 ヶ月は必要と見込まれたが，茨城県企業局からの早期復旧の強い要望があり，機構の使命として水道用水を 1 週間で通水再開させる方針とした。

このような中，復旧方法について再検討・議論を重ね，霞ヶ浦用水の特徴である 2 連構造を活かし，比較的被害の少ない片側管路を，送水に最低限必要な対策を応急的に施すことで復旧期間の短縮を図り，7 日間で通水再開する計画とした。

○被災した空気弁は通水しない管路側から一時流用
○排泥管の出水カ所は内側からあて板による仮閉塞で対応
○排泥工周辺の埋戻し作業と充水作業を並行して実施
○全社的に応援要員を要請し送水路と管水路の充水作業を同時に実施

(2) 空気弁

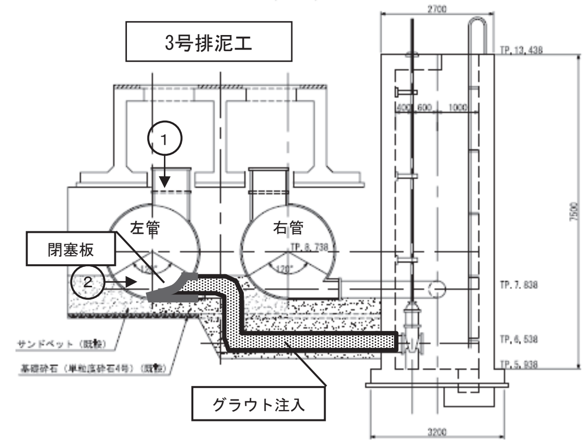
空気弁については，管理所に予備品の備蓄はなく，また口径が大きいことからメーカーにも在庫はない状況であり，製作には 2 ヶ月を要するとのことであった。そこで，空気弁の応急復旧にあたり，送水路では右管側，管水路では左管側の空気弁の破損が少なかったことから，各々その管側で送水を再開することとし，破損していない空気弁からガイド及び遊動弁体を取り外して，通水再開する管側の破損したものと交換することとした。

(3) 3 号排泥工

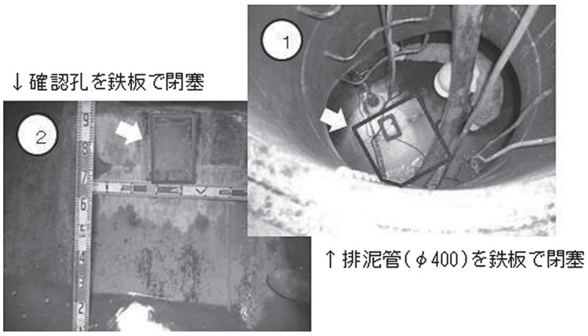
右管側の排泥管は出水しておらず，左管側のみから出水していたため，左管側を閉塞することとした。

当初，排泥工周辺を掘削し排泥管を外から閉塞しようとしたが，左管側の排泥管は右管の下を横断しており，掘削深も 7 m と深いこと，また余震も頻繁に発生していたことから掘削作業は危険と判断し，管の内側から閉塞することとした。

閉塞作業は管内排水後，鉄板を曲げ加工し，はずれ防止のため鉄筋を数本溶接して排泥管側へ挿入し，排泥管内をグラウト注入した後，鉄板は水膨張性シール材で接着した（**図― 9，10**)。主な作業の流れは**表― 1** のとおりである。



図― 9　3 号排泥工応急復旧構造図



図― 10　排泥管閉塞作業状況

表― 1　3 号排泥工閉塞作業対応経過

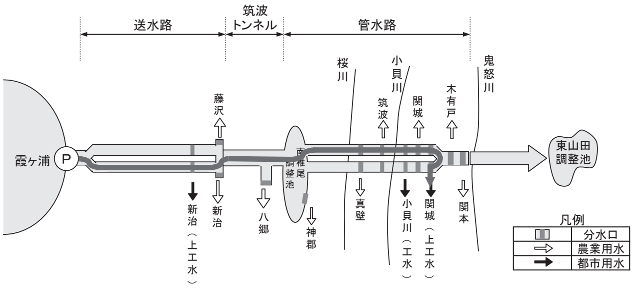
日付	時刻	作業内容
～ 3 月 13 日	終日	管内排水作業
3 月 14 日	8：00	閉塞板を工場にて製作開始（φ2,000 mm の鋼管を加工）
	11：00	閉塞板現地到着，設置開始
	14：00	排泥管内を閉塞するためグラウト注入開始
	16：00	地下水位の影響か本管下の空洞量によるのか，閉塞の気配がないため止水セメントを混ぜ再注入
	17：00	急結セメントを使用，再注入
	18：00	閉塞板の確認孔（空気抜孔）から注入完了を確認，作業終了
3 月 15 日	9：00	鉄板にて確認孔を閉塞
	11：00	閉塞完了
	16：00	施設周辺の洗掘箇所を砕石にて埋戻し開始
3 月 16 日	夕方	埋戻し作業終了

※表中の時刻は大凡の時間を示す

なお，この応急復旧による排泥管の閉塞で排泥機能が失われるが，災害復旧工事で新たに排泥管を設置して機能回復を図る方針とした。

5. 充水作業及び通水再開

応急復旧の作業完了後，3月16日早朝から3月17日深夜にかけて送水路区間及び管水路区間（共に片管）



図―11　都市用水通水再開ルート

の充水作業を行い，3月18日6時から浄水場へ向けて水道用水及び工業用水（合計約 $1.2\ m^3/s$）を送水することが出来た（**図―11，表―2**）。

6. 通水再開を終えて思うこと

通水再開に向けて，利水者をはじめとする関係機関等の理解と協力を得て，また全社的に延べ142人にも及ぶ支援を受け職員が一丸となって応急対策に取り組んだ結果，1週間で通水を再開することが出来た。

しかし，これまでの対応を振り返るといくつかの課題も浮き彫りになってきた。

表―2　充水作業対応経過

日付	時刻	送水路区間	管水路区間
3月16日	5：00		現地班管理所出発（4班［操作班含］）
	7：36		7号制水弁工（SV7）からの充水前準備完了（4号制水弁工～6号制水弁工間の充水）
	7：52		SV7（バイパス管）から充水開始
	11：10	現地班管理所出発（5班［操作班含］） ※余震の影響により2号排泥工の排泥管閉塞作業に時間を要し，グラウトの硬化時間確保のため充水作業開始が遅延	
	12：10	現地班現地到着	
	12：13	ポンプ運転開始（→ $0.4\ m^3/s$）	
	12：52	余震発生（震度4）	
	15：06	2号排泥工空気弁の作動完了を確認 ※通常，運転開始後30分程度で空気弁の作動を確認するが，作動完了まで3時間を要した ※地震発生から排水作業完了までの4日間中に発生した余震により，凹部に溜まっているはずの水が出水箇所や排水箇所へ移動し抜けた（約 $3{,}000\ m^3$）と推測	
	15：09		充水完了 ※土地改良区が筑波分水工を操作した影響で管水路内に水が流れ込んだため，予定より早く完了したものと推測
	15：34	3号排泥工空気弁の作動完了を確認	
	15：47		SV7左管全開，バイパス管全閉
	18：25	充水区間を巡視しつつ帰路へ	
	19：00		管水路区間巡視完了，管理所着
	20：00	送水路区間巡視完了，管理所着	
3月17日	6：00	現地班管理所出発（6班［操作班含］）	
	7：00	ポンプ運転開始	
	9：30		地元→改良区→機構に82号空気弁工（AS10）から漏水がある旨の連絡あり，現地へ
	12：00		空気弁室内を排水し，フロートに挟まったゴミを撤去し，漏水止まる ※余震により管内の圧力が変動した際に，ゴミが挟まったと推測
	15：30	サージタンク内充水開始	
	17：27	最後の空気弁の作動完了を確認	
	17：56	吐出水槽に水到達	
	18：56	吐出水槽充水完了（ポンプ停止）	
	19：00		地元→改良区→機構に95号空気弁工（AS23）から漏水がある旨の連絡あり，現地へ
	20：00	管理所着	
	22：30	※吐出水槽の水位を監視し，漏水がないことを確認	空気弁室内を排水し，フロートに挟まったゴミを撤去し，漏水止まる
	0：00		管理所着
3月18日	6：00	揚水機場から通水開始（$0.4\ m^3/s \rightarrow 1.2\ m^3/s$）	
	8：30	送水路及び管水路の巡視	

(1) 見えてきた課題

①燃料（ガソリン・A 重油）が入手困難

◯巡視・点検途中でガス欠となったが，警察署の契約給油所を紹介してもらった。

◯茨城県企業局から，優先して給油出来るカードの提供を受けた。

◯予備発電機の燃料が不足したため，機構内の他事務所である利根川下流総合管理所等から燃料の援助を受けた。

②業者の確保が困難

当管理所では，施設や管路工事に精通している業者と災害等緊急時出動に関する協定を締結しており，今回の通水再開に向けた応急復旧工事では，3 月 11 日には協力業者に作業依頼し，協力を得ることが出来た。しかし，協力業者は機構とだけでなく県，市町村とも同様な協定を締結しているため，今回のように広域的に県，市町村でも被災した場合，依頼が遅くなればなるほど業者が確保できなくなる。

(2) 対応を通じて感じたこと

①人員配置等

◯地震直後は施設の被害状況の把握や各施設の応急復旧を行うための人員が必要となるため，専門職種に限らず施設の位置関係を把握している管理所経験者が望ましい。

◯応急復旧や充排水作業に必要な人数は確保できたが，不測の事態や臨機の対応を考慮して管理所本部に予備の要員を確保しておくことが望ましい。

②管内充排水作業

平成 20 年度から農業水利施設のストックマネジメントに基づく管内調査等を実施しており，排水出来る河川，空気弁等の施設の配置，設備の取り扱いなど，職員一人ひとりが施設について熟知していた。この調査の経験が出水後の迅速な充排水作業等に繋がっている。

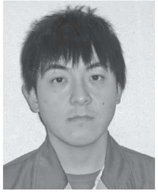
7. おわりに

今回の震災は，施設管理者として災害復旧だけでなく，日頃の管理のあり方など多くの面で再考させせられるきっかけとなった。今後東海，東南海，南海地震，更に首都圏直下型地震が今回の地震で誘発されると言われる中で，日頃の防災訓練や発災後の資機材の備えが大切なことはもとより，事後対策への準備が重要となる。

今回の震災で学んだ経験や情報を今後の施設設計及び施設管理にフィードバックすることにより，より安全な施設計画並びに管理技術の向上に資するものと考える。

最後に，震災後の早期通水の再開には利水者をはじめとする地元関係者および関係機関から多大なる御理解と御協力を頂いたことに，改めて感謝の意を申し添える次第である。

JCMA



[筆者紹介]
西川　隆司（にしかわ　りゅうじ）
（前）㈱水資源機構
霞ヶ浦用水管理所
（現）㈱水資源機構
木曽川用水総合管理所

特集>>> ライフラインの復旧

東日本大震災における下水道管渠更生工法の追跡調査報告

SPR 工法・オメガライナー工法

河　野　通　久

2011 年 3 月 11 日 14 時 46 分に発生した東日本大震災は，宮城県牡鹿半島の東南東沖 130 km の海底で断層の破壊が始まったが，最終的に断層が破壊した震源域は岩手県沖から茨城県沖までの南北約 500 km，東西約 200 km の広範囲に及んだ。地震の規模を示すマグニチュードは 9.0 で，関東大震災（1923 年）の約 45 倍，阪神淡路大震災（1995 年）の約 1450 倍の巨大地震であった。

本稿は，東日本大震災前に更生されている SPR 工法およびオメガライナー工法が，どのような影響を受けたかを把握し，今後に生かすとともに被害状況を管理者に報告する目的で調査した結果を報告するものである。

キーワード：更生管，建設技術審査証明，耐震性能，液状化現象，嵌合

1. はじめに

SPR 工法は，既設管の内側に硬質塩化ビニル製のプロファイルをスパイラル状に製管し，既設管との間隙に特殊裏込め材を充填することで既設管・更生管・裏込め材が一体化した強固な複合管として蘇らせる工法である。また，オメガライナー工法は，あらかじめΩ状に折りたたまれた形状記憶硬質塩化ビニル管を既設管に引き込み，蒸気加熱により円形復元し，その後，圧縮空気により既設管と密着させることで，老朽管を蘇らせる工法である。

両工法の更生材料は公益社団法人日本下水道協会からⅡ類資器材として登録され，工場生産から出荷までの過程が認定工場制度により担保され品質が保証されている工法である。また，レベル 2 地震動に対する耐震性能が財団法人下水道新技術推進機構の建設技術審査証明で証明されている。このため，今回の大震災で耐震性が実証されていることを確認する機会でもあった。なお，調査結果については，各下水道管理者へ報告している。

2. 地震の概要

この地震により発生した地殻変動として，震源地付近では隆起，震源域の西側では地盤沈下が発生し，東北から関東にかけての太平洋岸でも地盤沈下が起きた。

また，東日本の広範囲で地盤の液状化現象が観測された。規模が大きかった千葉県浦安市では，市の大半を占める埋立地を中心に管きょや人孔の浮上および土砂堆積等の被害が発生した。

さらに，地震によって，大規模な津波が発生した。最大で海岸から 6 km 内陸まで浸水するとともに津波の高さが 8 ～ 9 m に達し，最大遡上高 40.5 m を記録するなど甚大な被害をもたらした。

これらに加え，この地震と大津波により福島第一原子力発電所事故が発生し，放射性物質漏れによる汚染が起きているほか日本の原子力発電所の再稼働問題，電力危機などの二次被害がもたらされた。

地震の概要

・発生時刻：2011 年 3 月 11 日（金）14 時 46 分
・震源：三陸沖（牡鹿半島の東南東約 130 km）
・震源の深さ：約 24 km
・最大深度：震度 7（宮城県栗原市）
・最大加速度：宮城県栗原市　2,933 ガル

写真―1　大船渡被災

写真―2 浦安液状化

・断層型：逆断層型
・地震の種類：北アメリカプレートと，その下に沈み込んでいる太平洋プレートとの間で起きた海溝型地震

3. 追跡調査の概要

（1）調査対象箇所の選定

調査対象箇所は，次に示す条件で選定した。
①震度5強以上が記録された地域（津波被害地域は除く）
②液状化現象が確認された地域
③耐震化が目的で施工された更生管きょ

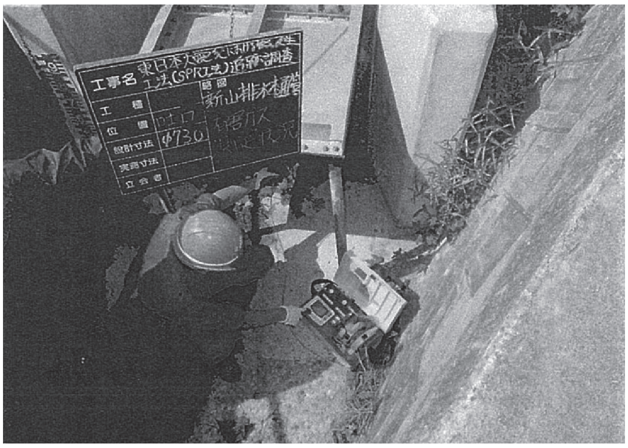
東日本大震災で,大きな被害を受けた5県（青森県，岩手県，宮城県，福島県，千葉県）におけるSPR工法およびオメガライナー工法による総施工延長は44 kmである。そのうち，調査選定条件から抽出したSPRの施工実績延長17.2 kmとオメガライナー施工実績延長7.5 kmの約10％，16ヵ所の調査を実施することとなった。

16ヵ所の内訳は，青森県2ヵ所，岩手県2ヵ所，宮城県3ヵ所，福島県7ヵ所，千葉県2ヵ所である。

（2）調査内容

調査は，目視調査およびTVカメラ調査を行い，更生管の破損，嵌合外れ，クラック，浸入水および取付管の突出しの有無および打音などの調査を行った。なお，調査にあたっては，事前に各下水道管理者に東日本大震災に伴う更生管きょ調査の許可を申請して実施した。

また，放射能の影響を受けている可能性のある箇所については，通常の安全管理を行うとともに地上および管きょ内の放射線量を測定し，安全性を確認したうえで実施した。



写真―3 有毒ガス測定

写真―4 管内放射線量測定（0.085マイクロシーベルト）

4. 追跡調査結果

（1）青森県

①青森県青森市大字久栗坂地内
既設管 ヒューム管 φ600
更生管 SPR工法 φ550
延 長 1スパン 100.5 m
SPR工法施工時期 平成22年度
調査月日 平成23年11月
調査方法 TVカメラ調査
被災状況 特に異常なし

②青森県南津軽郡藤崎地内
既設管 ヒューム管 φ500
更生管 SPR工法 φ460
延 長 1スパン 75.5 m
SPR工法施工時期 平成21年度
調査月日 平成23年11月
調査方法 TVカメラ調査
被災状況 特に異常なし

（2）岩手県

①岩手県盛岡市仙北地内
既設管　ヒューム管　φ 800
更生管　SPR 工法　φ 730
延　長　1 スパン　14.4 m
SPR 工法施工時期　平成 20 年度
調査月日　平成 23 年 8 月
調査方法　TV カメラ調査
被災状況　特に異常なし

②岩手県奥州市水沢区姉体地内
既設管　ヒューム管　φ 600
更生管　SPR 工法　φ 550
延　長　1 スパン　26.8 m
SPR 工法施工時期　平成 20 年度
調査月日　平成 23 年 8 月
調査方法　TV カメラ調査
被災状況　特に異常なし

（3）宮城県

①宮城県仙台市青葉区柏木一丁目地内
既設管　ヒューム管　φ 1350
更生管　SPR 工法　φ 1230
延　長　3 スパン　263.0 m
SPR 工法施工時期　平成 9 年度
調査月日　平成 23 年 11 月
調査方法　目視調査
被災状況　特に異常なし

②宮城県青葉区北山一丁目地内
既設管　ヒューム管　φ 760 〜 φ 1050
更生管　SPR 工法　φ 690 〜 φ 950
延　長　6 スパン　406.2 m
SPR 工法施工時期　平成 10 年度
調査月日　平成 23 年 11 月
調査方法　TV カメラ調査
被災状況　特に異常なし

③宮城県青葉区堤通雨宮町地内
既設管　ヒューム管　φ 250 〜 φ 400
更生管　オメガライナー工法
延　長　7 スパン　208.1 m
オメガライナー工法施工時期　平成 19 年度
調査月日　平成 23 年 11 月
調査方法　TV カメラ調査
被災状況　特に異常なし

（4）福島県

①福島県郡山市向河原町地内
既設管　ヒューム管　φ 1650
更生管　SPR 工法　φ 1500
延　長　1 スパン　108.0 m
SPR 工法施工時期　平成 20 年度
調査月日　平成 23 年 9 月
調査方法　目視調査
被災状況　特に異常なし

②福島県郡山市駅前地内
既設管　ヒューム管　φ 1800
更生管　SPR 工法　φ 1650
延　長　2 スパン　127.0 m
SPR 工法施工時期　平成 22 年度
調査月日　平成 23 年 9 月
調査方法　目視調査
被災状況　特に異常なし

③福島県郡山市日和田町地内
既設管　鉄筋コンクリート製（馬蹄渠）
φ 3500，φ 2600
更生管　SPR 工法　φ 3350，φ 2450
延　長　3 スパン　587.5 m
SPR 工法施工時期　平成 18 年度〜 21 年度
調査月日　平成 23 年 9 月
調査方法　目視調査
被災状況　特に異常なし

④福島県福島市蓬莱町地内
既設管　ヒューム管　φ 200，φ 300
更生管　オメガライナー工法
延　長　12 スパン　259.0 m
オメガライナー工法施工時期　平成 20 年度
調査月日　平成 23 年 7 月
調査方法　TV カメラ調査
被災状況　特に異常なし

⑤福島県福島市蓬莱町地内
既設管　ヒューム管　φ 250，φ 300
更生管　オメガライナー工法
延　長　12 スパン　309.4 m
オメガライナー工法施工時期　平成 22 年度
調査月日　平成 23 年 7 月
調査方法　TV カメラ調査
被災状況　特に異常なし

(5) 千葉県

①千葉県浦安市富士見地内

既設管　　ヒューム管　　ϕ 800，ϕ 1200
更生管　　SPR 工法　　ϕ 730，ϕ 1100
延　長　　2 スパン　　47.8 m
SPR 工法施工時期　　平成 19 年度
調査月日　　平成 23 年 6 月
調査方法　　TV カメラ調査，目視調査
被災状況　　特に異常なし

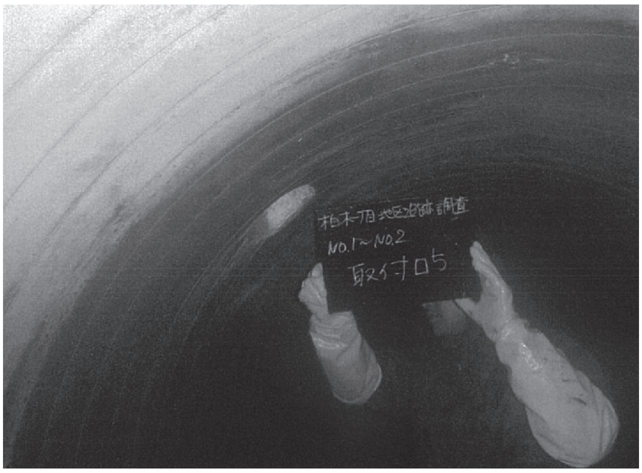
②千葉県浦安市美浜地内

既設管　　ヒューム管　　ϕ 1100 ～ ϕ 1500
更生管　　SPR 工法　　ϕ 1000 ～ ϕ 1350
延　長　　3 スパン　　132.3 m
SPR 工法施工時期　　平成 15 年度
調査月日　　平成 23 年 6 月
調査方法　　目視調査
被災状況　　特に異常なし

SPR 工法で施工した箇所の追跡調査を実施した延長は約 1.9 km で，破損，嵌合外れ，浸入水，取付管の突出し打音などの異常は無く，地震による影響は見られなかった。

写真―5　管きょ内異常なし

写真―6　嵌合異常なし



写真―7　取付管突出しなし

また，延長約 0.8 km を調査したオメガライナー工法においても管の破損，取付管の突出し，タルミなどの異常箇所はなかった。

写真―8　オメガライナー管内異常なし

写真―9　オメガライナー取付管突出しなし

表─ 1　調査箇所

県名	工法	更生管 施工総延長 （m）	調査 対象延長 （m）	調査 実施延長 （m）	調査 更生管管径 （㎜）
青森	SPR	949.4	630.0	180.0	φ 460 ～ φ 550
岩手	SPR	3,897.7	2,700.0	41.2	φ 550 ～ φ 730
宮城	SPR	16,122.7	11,300.0	669.2	φ 690 ～ φ 1,230
	オメガ	3,757.0	3,757.0	208.1	φ 250 ～ φ 400
福島	SPR	3,061.1	2,200.0	822.5	φ 1,500 ～ φ 3,350
	オメガ	3,753.0	3,753.0	568.4	φ 200 ～ φ 300
千葉	SPR	8,316.3	418.4	180.2	φ 730 ～ φ 1,350
	オメガ	4,170.0	0.0	0.0	
合計	SPR	32,347.2	17,248.4	1,893.0	
	オメガ	11,680.0	7,510.0	776.5	
	計	44,027.2	24,758.4	2,669.5	

5. 調査結果の考察

更生管きょに被害が無かったのは，阪神淡路大震災が直下型で，被災箇所が震度 7 であったことに比べ，今回の地震は，宮城県栗原市のみが震度 7 で他の都市は，震度 6 強以下であったことが原因の一つと考えられる。

このことは，国土交通省の下水管渠二次調査（平成 23 年 12 月 12 日現在）によると，下水管渠総延長 64,815 km（未更生管も含む）に対し被害延長は 642 km で被災率 1 % であり，阪神淡路大震災の被災率は 7 ～ 8 % と言われているが，それと比べても低いことで推測できる。

また，地震波の特徴からも，一般的な木造家屋への破壊力が最も生じやすい揺れの周期 1 ～ 2 秒では 100 カイン（cm/s）であり，木造家屋の倒壊被害が目立った阪神淡路大震災における 200 ～ 300 カインに比べ小さく，下水道管きょへの被害が少ない揺れだったと考えられる。

6. おわりに

今回の調査は，一次調査として被災状況を把握することを優先したため，調査内容は目視または TV カメラによる下水道管きょの被害状況の有無を中心とし，調査箇所位置の地盤状況調査といった地震との因果関係については調査していない。

SPR 工法は，1995 年の阪神淡路大震災や 2004 年の新潟県中越地震においても追跡調査を実施し，更生管きょのほとんどに被害が発生していない。また，オメガライナー工法も，その柔軟な材料特性から耐震性に優れた工法である。

日本 SPR 工法協会は，更生工法の耐震設計基準を示した日本下水道協会の「管きょ更生工法の耐震設計の考え方（案）と計算例」に基づいて設計を行っており，今後ますます重要視される管きょシステム全体の耐震化に合わせて両工法の更なる耐震性の向上を図り，耐震化対策の切り札として更生管きょの品質確保に努めていく。

最後になりますが，今回の調査にご協力をいただいた各下水道管理者に感謝するとともに，被災地の一日も早い復興をお祈り申し上げます。

JCMA

［筆者紹介］
河野　通久（こうの　みちひさ）
日本 SPR 工法協会
技術部
技術担当課長

特集>>>　ライフラインの復旧

地震時の液状化に対応した マンホール浮上防止対策技術

池　田　匡　隆

平成 23 年 3 月 11 日に発生した，東北地方太平洋沖地震では，液状化現象が東北地方から関東地方にかけて広範囲に発生し，「下水道地震・津波対策技術検討委員会報告書」によると 3,369 ケ所のマンホールが液状化により浮上した。本稿では，マンホールの浮上防止対策として当機構と民間企業とで共同研究を行った 3 工法と，当機構の「建設技術審査証明事業（下水道技術）」に基づき審査証明を行った 2 工法の概要について紹介する。

キーワード：東日本大震災，液状化，下水道，マンホール，浮上防止対策

1. はじめに

平成 23 年 3 月 11 日に発生した，東北地方太平洋沖地震では，液状化現象が東北地方から関東地方にかけて広範囲に発生し，道路やガス・上下水道などのライフライン施設，家屋等に大きな被害が生じた。下水道の管路施設においてはマンホールの浮上が液状化による特徴的な被害であり，東日本大震災の「下水道地震・津波対策技術検討委員会報告書」によると 3,369 ケ所のマンホールが液状化により浮上した。

地震による地盤の液状化を原因としたマンホールの浮上被害は，平成 5 年の釧路沖地震，平成 6 年の北海道東方沖地震など以前から報告されており，平成 16 年 10 月に発生した新潟県中越地震では，地震による地盤の液状化によって 1,400 ケ所以上でマンホールが突出し，下水道の排水機能はもとより交通機能にも障害を及ぼし被災者等の救助活動を妨げる等，多方面に甚大な被害をもたらした。

これを受けて国土交通省では，「下水道地震対策技術検討委員会」を設置して，適切な復旧を行うための技術的手法について検討し，「管路施設の本復旧にあたっての技術的緊急提言（平成 16 年 11 月 22 日）」を公表した。提言では，埋戻し部の浮上防止対策として，①埋戻し部の締固め，②砕石による埋戻し，③埋戻し部の固化，の具体案が挙げられている。一方，「下水道施設の耐震対策指針と解説（2006 年版）㈳日本下水道協会)」では，マンホールの浮上防止対策として，周辺地盤の締固め・固化，過剰間隙水圧の消散等の対策に関する工法が挙げられている。

本稿では，当機構と民間企業とで共同研究を行った 3 工法と，当機構の「建設技術審査証明事業（下水道技術）」に基づき審査証明を行った 2 工法のマンホール浮上防止対策技術の概要について紹介する。

2. マンホール浮上防止対策技術の概要

地下埋設物の周辺地盤の液状化発生防止方策として，前項の①，②，③は有効的であるが，開削工法が前提となり既設マンホールに採用するには掘削を要するため，緊急を要する場合以外の採用が困難な場合が多い。そこで現状，施工現場に適したマンホール浮上防止対策技術として，次の工法が考案されている。

①地震時の過剰間隙水圧を消散させて，マンホールの浮上を抑える工法
②遮断壁を設置し，マンホールの下部への土の回り込みを抑制し浮き上がりを軽減する工法
③既存マンホールをアンカーにより支持層に固定し，液状化による浮き上がりを抑える工法
④カウンターウエイトを付加させ重量を増やし，液状化による浮き上がりに抵抗する工法

3. 下水道機構におけるマンホール浮上防止対策技術の開発

当機構では，平成 18 年度に「公募型共同研究制度」を創設し，マンホール浮上防止対策技術に関する 3 工法（「WIDE セフティパイプ工法」，「アンカーウイング工法」，「浮上防止マンホールフランジ工法」）につ

いて民間企業と共同研究を行った。前述の「下水道施設の耐震対策指針と解説（2006年版）」において，数種類の対策に関する工法が挙げられているが実証実験等によりその効果が検証されているものではなく，有効な手法が確立されているものは少ないとの課題があった。そこで本研究では，地震に伴う地盤の液状化によって発生するマンホールの浮上を防止する技術の効果を，大型の振動台実験により検証・改善し，技術の適用範囲，計画，設計手法などに関する技術的事項を工法ごとに検討した。これらの成果は，「マンホール浮上防止対策技術検討委員会（委員長：濱田政則早稲田大学教授）」にて審議を受け，平成20年6月に，各工法について「マンホール浮上防止対策工法技術マニュアル」として取りまとめた。

以下に，振動台実験により検証された3工法の概要について紹介する。

4. 振動台実験と各工法の特長

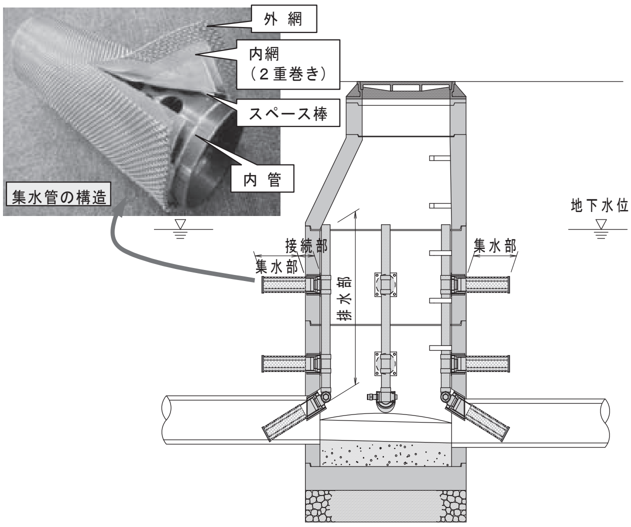
組立1号マンホール（H＝2.0 m）を原寸大とした1/2スケールの模型を作製，**写真—1**に示す振動台装置を用いて，マンホール浮上防止技術の効果の検証を行い，各工法ともに浮上防止効果を確認した。

写真—1 三次元大型振動台

(1) WIDEセフティパイプ工法

WIDEセフティパイプ工法は，地震によって発生するマンホール周辺地盤の過剰間隙水を**図—1**に示す地盤内に設置した集水管により集水し，マンホール内部に排水する装置を備えている。その結果，マンホール本体に作用する過剰間隙水圧を消散させ，地盤の液状化によるマンホールとその周辺地盤間の摩擦力低下を抑制し，マンホールの浮上防止を図る工法である。

本工法は，すべてマンホール内部からの作業であり，施工時に掘削工事を伴わない特長がある。

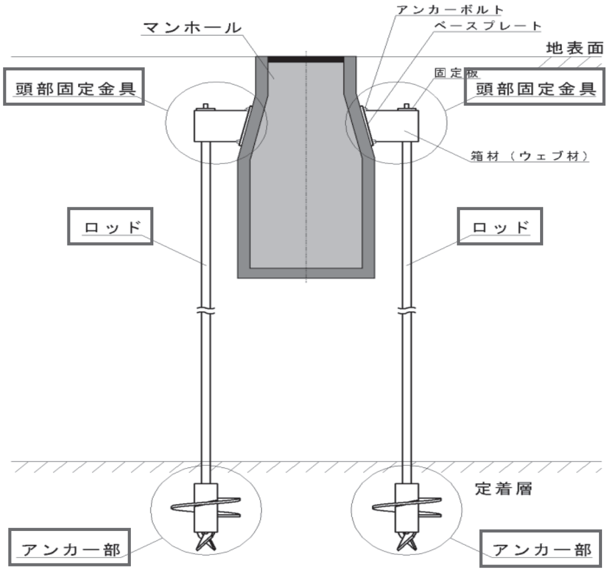


図—1 WIDEセフティパイプ工法の装置概要

(2) アンカーウイング工法

アンカーウイング工法は，地盤の定着層へアンカー部を回転貫入により打設して，ロッド・頭部固定金具を介してマンホールの浮上を物理的に拘束する工法である。

本工法の装置は，**図—2**に示すように，定着層に打設するアンカー部，マンホールと部材を固定する頭部固定金具，および両者を結合するロッドから構成される。なお，マンホール底面に作用する揚圧力に対抗しうる引抜き耐力を発現する非液状化層を選定して定着層としている。アンカーを回転貫入して定着層に根入れするためマンホールの浮上防止効果を確実に得ることができるとともに，低騒音・低振動の施工が可能である。

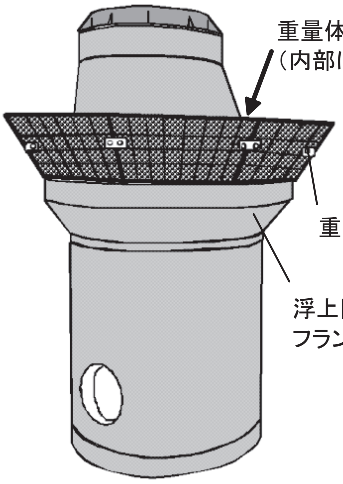


図—2 アンカーウイング工法の装置概要

（3）浮上防止マンホールフランジ工法

浮上防止マンホールフランジ工法は，マンホールの外周部に凸型形状の部材を設け，重量体を載荷して，マンホールに作用する揚圧力とつりあい，浮上防止を図るという工法である。

本工法の装置は，**図—3**に示すとおり，マンホールの外周部に取付ける凸型形状の浮上防止フランジブロックと重量体金枠，重量体から構成される。なお，重量体には砕石，スラグ，金属製重量体等があり，各種の重量体を混合して所定の重量（内部に充填）をマンホールに付加させる。



図—3　浮上防止マンホールフランジ工法の装置概要

5. 審査証明技術

下水道機構の実施している「建設技術審査証明事業（下水道技術）」に基づき審査証明を行った2工法の概要について紹介する。

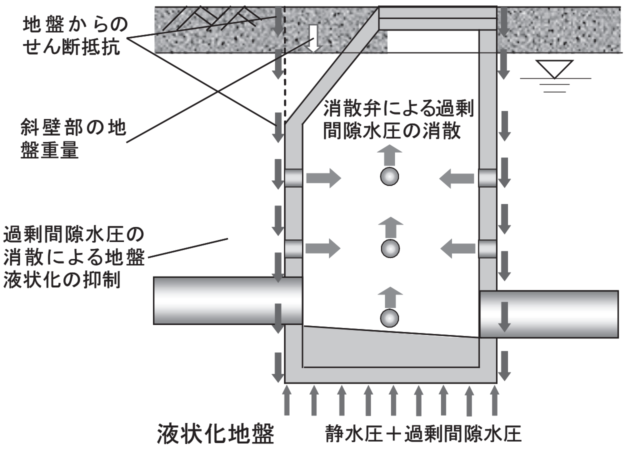
（1）アースドレーン工法【建設技術審査証明事業 下水道技術 第0634号】

アースドレーン工法は，**図—4**に示すように，透水性の高い人工ドレーン（ポリプロピレン樹脂製）をドレーン打設機（ノッカー）にてマンホール周囲に埋設し，地盤の排水性を高め，地盤内の過剰間隙水圧を消散させる工法である。

（2）フロートレス工法【建設技術審査証明事業 下水道技術 第0637号】

フロートレス工法は，**図—5**に示すように，マンホールの壁に，地震時に発生する過剰間隙水圧を消散させるための消散弁を設けることで，マンホール周辺地盤の液状化現象を抑え，マンホールの周面摩擦を確保す

図—4　アースドレーン工法の装置概要



図—5　フロートレス工法の装置概要

ることで，マンホールの浮き上がりを抑制する工法である。

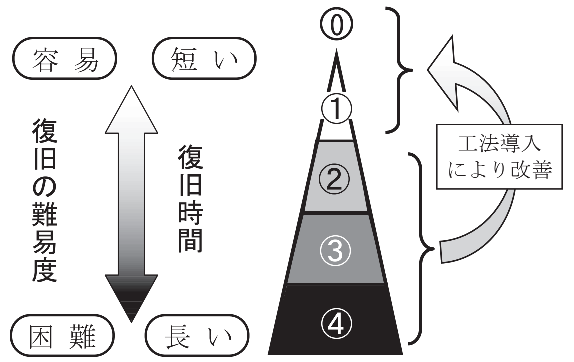
6. マンホール浮上防止対策技術の導入効果

マンホール浮上防止対策技術を導入することにより，地震時の下水道管路施設の流下機能の確保，交通機能障害の抑制を図ることができる。

地震によりマンホールが浮上した場合，復旧工事が行われるまでの期間はマンホール頂部へのすり付けを施し暫定的に交通機能を確保し，その後，一旦路面を掘削し，マンホールの調整リング，斜壁，直壁等の部材を適宜交換する方法がとられる。その際，復旧工事自体が交通機能の妨げになる。

一方，マンホール浮上防止対策技術を導入することにより，マンホール周辺の地盤もしくは埋戻し土が液状化しても，復旧作業が不要，もしくは若干のすり付け舗装のみで応急復旧が可能な状態を維持することができ，**表—1**に示すように復旧作業の軽減化が期待

表―１ マンホールの浮上に対する緊急措置あるいは応急復旧の難易度

復旧の方法	難易度・復旧時間 （緊急措置または応急復旧）	復旧の方法 （緊急措置または応急復旧）	
	マンホール浮上防止対策工法は，以下の②～④の被害を⓪または①相当へ軽減するために導入する。 	⓪	浮上被害なし。 緊急措置や応急復旧は不要。
		①	復旧は不要，あるいはすり付け舗装のみで応急復旧が可能。
		②	マンホールの調整リングを適宜調整して路面にすり付ける。
		③	斜壁を取り替え，かつ調整リングの高さ調整により，路面にすり付ける。
		④	直壁・斜壁を取り替え，かつ調整リングの高さ調整により，路面にすり付ける。

できる。

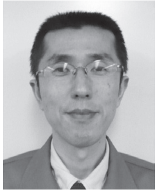
今回紹介した「マンホール浮上防止対策技術」の中では，フロートレス工法が東京都や石巻市などで，9,044ヶ所のマンホールでの採用実績がある。東日本大震災後，被災自治体に設置された耐震化済みのマンホールについて，下水道既設管路耐震技術協会が被害の有無を独自に調査している。その調査によると，都内では江東区や江戸川区などの東京湾岸部の埋立地で大規模な液状化が発生しており，これら液状化が確認された地区に設置されている耐震化済みマンホール48ヶ所は，全て浮上被害が発生していなかったことを確認したと報告されている。また，調査した48ヶ所の内，消散弁が開放され過剰間隙水圧の消散が確認されたマンホールが10ヶ所あり，消散機能が適正に発揮され，マンホールの浮上抑制効果があったと推測している。この他に，石巻市や東松島市においても同様の調査が実施されており，24ヶ所のマンホールを調査し，大津波による土砂の堆積で調査ができなかったマンホール１ヶ所を除き23ヶ所で浮上被害はなし。その内，16ヶ所で過剰間隙水圧の消散が確認されている。

7. おわりに

当機構で携わった「マンホール浮上防止対策技術」については，地方公共団体，下水道関係機関にさまざまな方法で周知に努めてきた。しかし，共同研究を行った各工法については，平成20年６月に「マンホール浮上防止対策工法技術マニュアル」として取りまとめて以来，施工実績は多くはない。今後，これらの技術が採用され大地震による地盤の液状化を原因としたマンホールの浮上を防止して，災害時下での下水道機能，および交通機能の確保に貢献できることを期待するものである。

また，自治体がマンホール浮上対策を行う際，どのような要因を重視するのかを調査し，今後の技術開発に活かしていきたいと考えている。そして，今後も，開発者からユーザーの方々への「新技術の橋わたし」としての役割を果たしていく所存である。

JCMA

［筆者紹介］

池田 匡隆（いけだ まさたか）
㈶下水道新技術推進機構
研究第二部
部長

特集>>>　ライフラインの復旧

仙台空港アクセス鉄道への震災復旧支援

諏訪内　幹　男

仙台空港アクセス鉄道は，平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震とその後に襲った大津波により甚大な被害を受け運行中止を余儀なくされた。
鉄道･運輸機構は，宮城県及び仙台空港鉄道株式会社から要請を受けて，この復旧の技術支援を行った。被災直後より被害調査の実施，復旧計画の策定及び復旧工事の監理等を行い，被災から約 6.5 ケ月で全線運行再開した。
本稿では，この東日本大震災により被災した仙台空港アクセス鉄道の復旧に鉄道・運輸機構が行った技術支援について報告する。
キーワード：自然災害，東日本大震災，鉄道被害，復旧工事，技術支援

1. はじめに

仙台空港アクセス鉄道は，JR 東北線「名取駅」を起点として「杜せきのした駅」,「美田園駅」を経て「仙台空港駅」に至る延長 7.1 km の単線交流電化路線である。第三セクターの仙台空港鉄道㈱（以下「鉄道会社」という）が運営する鉄道であり，JR 東北線との相互直通運転により仙台駅と仙台空港駅を最速 17 分で直結している。

この路線の建設は，鉄道・運輸機構が鉄道会社から委託を受けて設計・施工を行い，平成 19 年 3 月 18 日に開業したものである。

開業以来，空港へのアクセスとして機能するのみでなく，沿線に開発された街の足としても機能してきたところであるが，平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震とその後に襲った大津波により，鉄道施設に甚大な被害を受け運行中止を余儀なくされた。

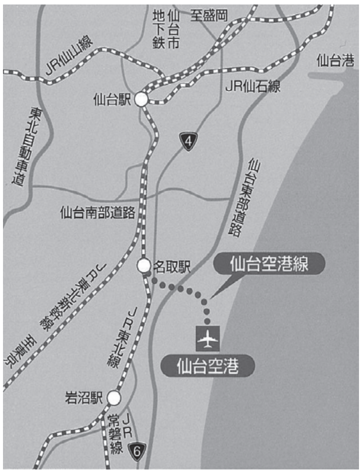
鉄道・運輸機構は，宮城県からの要請を受け，震災直後より現地入りして被害調査を行うとともに復旧計画の策定，復旧工事の監理等の技術支援を行った。

復旧は，周辺すべてが被災地という困難な状況のなか，鉄道会社をはじめ宮城県や関係者と協力し早期復旧に努め，平成 23 年 7 月 23 日に名取駅～美田園駅間の部分運行再開をし，10 月 1 日には残る美田園駅～仙台空港駅間の復旧を完了し，被災から約 6 ヶ月半で全線運行を再開した。

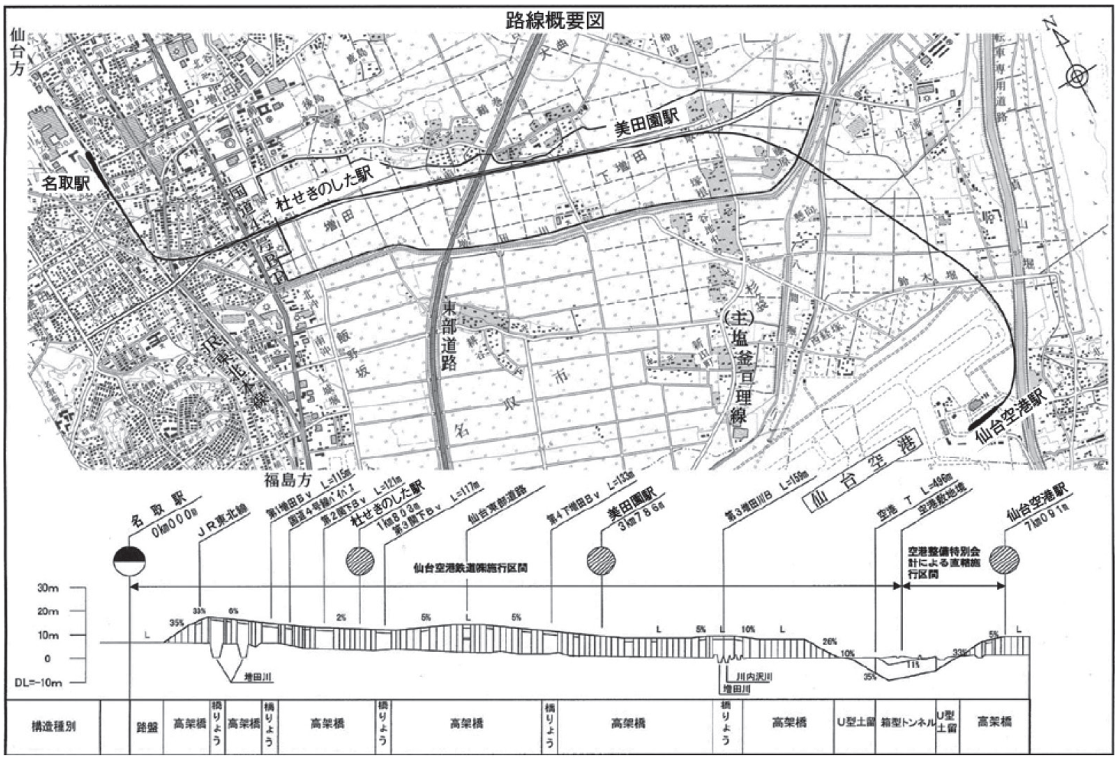
本稿では，この東日本大震災により被災した仙台空港アクセス鉄道の復旧に鉄道・運輸機構が行った技術支援について報告する。

2. 路線の概要

位置図および路線概要図を**図―1，2** に示す。線路の構造は，地平駅の名取駅構内および仙台空港の滑走路の端部を通過する開削トンネル区間とその前後の掘割区間を除き，高架構造を採用している。軌道構造は一部を除き弾性マクラギ直結軌道である。信号設備は単線自動閉塞式で，運輸管理所は仙台空港駅に設置している。なお，これらの土木構造物の設計には兵庫県南部地震後の新しい耐震設計標準を適用している。



図―1　位置図



図―2 路線概要図

3. 被害の状況

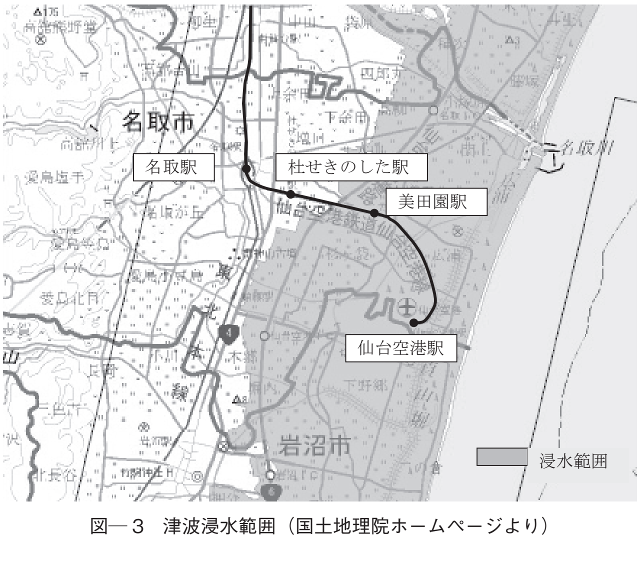
平成23年3月11日14時46分に発生した本震では，沿線の名取市増田で震度6強を観測し，その後，仙台空港一帯を襲った津波の高さは，独立行政法人港湾空港技術研究所の調査によると地表面から3.4 m である。津波の浸水範囲を**図―3**に示す。これらによる鉄道施設の被害は想像をはるかに超え甚大なものとなった。特に津波による被害は線路施設のみでなく沿線周辺の景色を一変させた。

以下に，地震及び津波による鉄道施設の被害状況について構造物及び施設別に述べる。

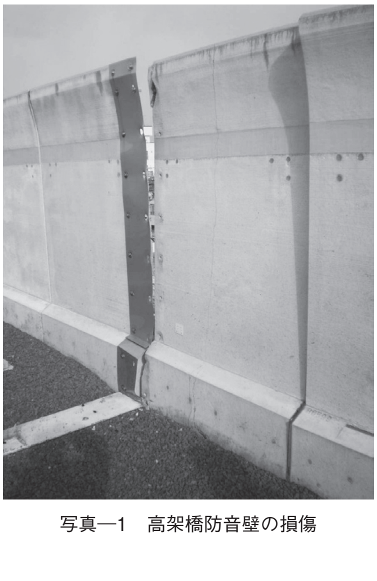
(1) 橋りょう・高架橋区間

これらの構造物は，最新の耐震基準に基づいて設計・施工されており，被害は比較的軽微であったが，防音壁の損傷（**写真―1**），横桁やストッパーの損傷（**写真―2**），ゴム沓の移動，抜け落ちなどの被害が生じた。復旧は，断面修復及びストッパーやゴム沓の交換などによる復旧作業を実施することとした。

また，主に形式の異なる構造間において，残留変位の差により線路横断方向にずれが生じ，軌道にも狂いが生じた（**写真―3**）。これは，地質の違いなどにより構造物の地震応答が異なることが原因であると考えられる。



図―3 津波浸水範囲（国土地理院ホームページより）



写真―1 高架橋防音壁の損傷

写真―２　桁ストッパー部の損傷

写真―３　橋りょう上の軌道変位

写真―４　高架橋脚部の漂流物

空港トンネル出入口付近の高架橋は，津波による漂流物の瓦礫に囲まれるとともに，周辺地盤が沈下したため自然排水ができず滞水していた。また，側道が流出し，橋脚周りの地盤が洗掘されてフーチングが露出している箇所もあった（**写真―4**）。

(2) 掘割及び開削トンネル区間

空港トンネル出入口付近掘割部のＵ型擁壁区間においては，津波により大量の瓦礫が流入し堆積した（**写真―5**）。また，防音壁，進入防止柵，電車線防護柵は原形をとどめないほど破壊された（**写真―6**）。

トンネル区間は，地上からの調査で津波による電気設備等の流失が把握できていた（**写真―7**）が，トンネル内部については，津波により瓦礫や土砂が流入するとともに完全に水没していたため，被災状況の把握は，約１ヶ月後の排水を終えた後となった。トンネル

写真―５　空港トンネル入口付近の瓦礫堆積

写真―６　防音壁，電車線等の損傷

写真―７　空港トンネルの水没状況

写真―８　空港トンネルボックス相互の目違い

内部の調査で，液状化の予想範囲として抑止杭を設置した区間と，液状化のおそれがないとしていた杭のない区間との間に設けられた可とう継手部で，トンネル内空断面間に水平方向で 119 mm，鉛直方向で 180 mm の相対変位が確認された（**写真― 8**）。詳細な測量を行った結果，建築限界に支障が生じていることが判明した。

この変位は，周辺地盤が継続時間の長い地震波の影響により液状化し，抑止杭のない区間のトンネルボックスが浮き上がったことにより発生したものと考えられる。

（3）駅施設等

列車の運行管理は，仙台空港駅の１階に設置された運輸管理所において一括管理していたが，今回の津波の流入により，指令設備が壊滅的な被害を受けた（**写真― 9，10**）。

写真― 9　仙台空港駅本屋の津波被災状況

写真― 10　運輸指令施設の津波被災状況

運行管理の頭脳となるこの施設の被災が当線の最大の被害となり，これら施設の復旧に要する期間が全体復旧工程を決定付けることとなった。

また，杜せきのした駅，美田園駅及び仙台空港駅では，照明ラックや灯具の落下等の被害が生じた（**写真― 11**）。

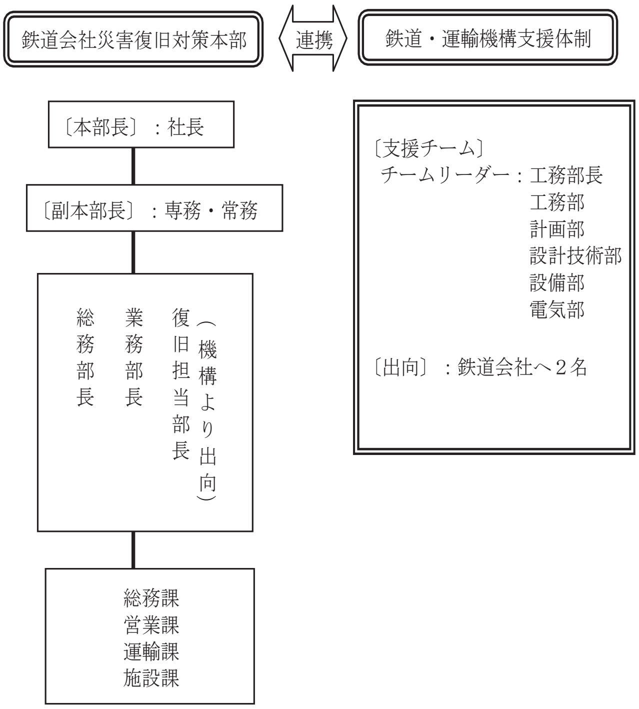
なお，運行中の列車は，地震発生と同時に保安システム作動により緊急停止することとなるが，今回の地震発生時には幸いにして走行中の列車はなく，仙台駅と仙台空港駅に停車中であり，乗客の被害は皆無であった。

写真― 11　杜せきのした駅の照明ラック落下

4．復旧体制

この未曾有の震災で被災した鉄道施設の復旧のため，鉄道会社では，社長を本部長とする「災害復旧対策本部」を設置した。機構は，宮城県及び鉄道会社の要請を受けて技術職員を出向させるとともに，本社内に支援チームを編成して鉄道会社に全面的な技術支援を行った（**図― 4**）。

また，復旧工事をお願いした各施工会社においては，施工環境が東北地方を中心に広範囲の地域が被災した



図― 4　鉄道会社の復旧対策本部と機構の支援体制

という厳しい状況の中，交通が分断されたり，資機材の入手及び労働力の確保が困難であったり，さらには指令設備の機器等を製作する工場も被災しているという状況であったにもかかわらず，最大の協力をいただいた。復旧工事をお願いした施工会社は総合建設工事業５社，軌道会社１社，機械メーカ４社，電気会社４社に及ぶ。

5．復旧工事

以下に，鉄道施設の復旧工事のうち，おもなものの概要について述べる。

（1）部分運行再開対策

被害状況の調査及び復旧方法等の検討の結果，津波で破壊された運輸管理所の指令設備の復旧がクリティカルになることが判明し，工程等の精査の結果，全線の復旧には約６ヶ月を要することが想定された。しかしながら，仙台空港の暫定的な供用開始時期が７月末とされたことから，当線の運行再開もこれを念頭に，比較的被害の少なかった名取駅～美田園駅間を先行して再開することとした。そしてこの部分運転再開に対応する列車運行管理のため，美田園駅に電子連動装置を設置し，信号制御は手動取扱いとする運行システムを構築することとした（**写真― 12**）。

写真― 12　美田園駅に設置した運行管理設備

（2）運輸管理所

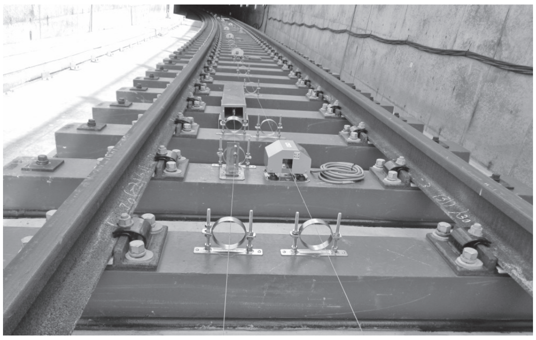
全線運行再開に向けた仙台空港駅の運輸管理所の復旧に当たっては，指令設備の機器やシステムの早期再製作が課題であることから，関係会社に至急製作の協力依頼をした。また，今回，１階に設置されていた運輸管理所が津波の流入により甚大な被害を受けたことから，今後の災害防止対策として，指令設備などは浸水被害のなかった２階に移設することとした。なお，非常用発電機は重量，振動を考慮して１階に設置し，浸水対策として発電機室は防水壁により密閉することとした。

（3）開削トンネル

トンネル断面に目違いの生じた区間については，周辺地盤の現状調査から，L1 レベルの地震では液状化しないことや，変状が収束していることが判明した。これらを踏まえつつ，復旧に係る経済性や施工性，さらには，全線運行再開の目標を仙台空港の全面的な再開予定の９月末としたことから，工期も含め総合的に検討した結果，目違いの生じた現状のトンネル構造物を活用して，軌道構造の一部変更と線形の修正により建築限界を確保することとした。

しかしこの方法は工期は短縮できるものの，軌道構造が弾性マクラギ直結軌道であることから，狭隘な単線トンネル内でいったん解体して復旧するには多大な労力を要することとなった。

この区間のトンネル構造物については，全線運行再開後に変位した可とう継ぎ手部からの漏水防止（ボックストンネル継ぎ手部の補強）と将来 L2 地震を受けても液状化の影響を受けないよう対策工事（周辺地盤の改良）が地上より実施された。工事は，営業線下で行うことから，列車運行終了から列車運行開始までの限られた時間内での施工となった。施工に当たっては，列車がトンネル区間を通過する際の安全確認のため，トンネル目違部の変位監視を行う軌道変位監視計測器（**写真― 13**）を設置するとともに，緊急時にトンネル内で列車が停止した場合の乗客の安全な避難誘導のための降車用梯子を設備することとした。



写真― 13　軌道変位監視計測器

なお，この区間は空港敷地内であり，土木構造物は国所有の施設であることから，これら地上からの変位抑止対策工は国土交通省により実施された。

（4）橋りょう・高架橋

橋りょう及び高架橋は，構造物自体の損傷が軽微であったため，復旧は，軌道線形を一部修正して対応することとし，軌道による調整可能量を越える区間においては，マクラギ周りの道床コンクリートの一部を打

ち直して調整することとした。

写真— 14 〜 17 に各設備の復旧した状況の写真を示す。

写真— 14　空港トンネル出口付近防音壁等の復旧

写真— 15　仙台空港駅２階に復旧した運輸管理設備

写真— 16　杜せきのした駅照明ラックの復旧

写真— 17　全線運行再開イベント（仙台空港駅）

6. おわりに

今回の震災で甚大な被害を受けた仙台空港アクセス鉄道は，被災から約６ヶ月半で復旧工事を完了し，平成23年10月１日に全線運行を再開することができた。これは，ひとえに関係者の並々ならぬご努力と多くの励ましや支援により達成できたものである。

私ども鉄道・運輸機構はこの復旧支援に参画させていただき，鉄道会社や関係機関の皆さんと目的を一つに取組み，早期の運転再開を達成するという貴重な経験をさせていただいた。

現在，鉄道・運輸機構では，東日本大震災で被災し運休となっている三陸鉄道北リアス線及び南リアス線の復旧工事を支援させていただいているところである。

今後も，私どもの保有する鉄道技術を活用することにより社会に貢献できれば幸いである。

JCMA

［筆者紹介］
諏訪内　幹男（すわない　みきお）
㈱鉄道建設・運輸施設整備支援機構
鉄道建設本部　工務部　工務第三課
総括課長補佐

東日本大震災における 仙台空港への初動対応と現場管理

北 原 正 俊

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災を，筆者らは仙台空港間近で体験した。
その直後より航空局からの緊急要請を受け，筆者らは仙台空港への初動対応を実施することになった。
本稿では地震発生直後より仙台空港への初動対応と現場管理において実施した作業内容を具体的に詳細に列挙してみたい。

キーワード：東日本大震災，仙台空港，大津波，緊急支援体制，緊急連絡網，緊急地震速報

1. はじめに

平成 23 年 3 月 11 日当時，筆者らは空港土木の維持工事に従事しており，年度末の締めを行う手はずになっていた。

しかしながら，千年に一度といわれる東日本大震災により，仙台空港は滑走路やエプロンが津波で冠水し，空港ターミナルビルも大きな被害を受けた（**写真─ 1，2**）。

本稿では，震災発生の翌日より航空局からの緊急要請を踏まえ，仙台空港への初動対応と現場管理について，その概要を報告する。

写真─ 1 エプロン付近（3 月 13 日朝）

写真─ 2 ターミナル前付近（3 月 13 日朝）

2. 震災直後の状況

地震発生時，筆者は仙台新港近くの打合せを終え，営業所へ到着したところであった。事務所は不気味な音を立てて，建物全体が波を立てたように揺れ始め，外へ非難するのがやっとの状態であった。揺れが収まり，すぐさま現場に出ている社員に連絡を取るため有線・携帯電話を操作した。しかしながら，既に通話規制が掛かり，繋がりにくい状態であった。

中越地震を経験した筆者は，その時の事を思い出し，メールは予想外に繋がったのでメールにて社員の安否を確認した。しかし，仙台空港の土木維持に従事していた職員と作業員との連絡は，不可能であった。

音信不通の職員との連絡を取ろうと幾度もチャレンジしている間に，非常用発電機により電源の入ったテレビの画面には，大津波が発生し，太平洋沿岸部に甚大な被害をもたらす可能性がある旨のニュースが報じられ，仙台空港にも大津波が到来した映像が流れてきた。飛行機や自動車などがいとも簡単に流されてゆく，とてもこの世の映像とは思えないような光景であった。

そんな中，震災発生 7 時間後，空港の現場職員と奇跡的に連絡がとれ空港現場事務所向かいの除雪車庫の 2 階に避難できたとの報告があった。

直ちに救出に向かいたいところではあるが，全員が避難して無事であること，二次災害の危険性を伴うこと等より，翌日，潮が引いてから救出に向かう旨を伝えた。

その日の夜（12 日），本店より筆者の携帯へ連絡が

入り，航空局からの緊急要請を踏まえ13日朝一番で仙台空港へ赴き，打合せを行うように，また必要な資機材等があればすぐに連絡するようにとのことであった。

3. 初動対応の概要

初動対応の概要を時系列にて以下に示す。

(1) 電源の確保

地震発生直後，停電により電源が遮断された。そこで，営業所にあったハイブリット車（個人車15A供給）にて一時電源を供給することで，有線電話・光源を確保した（**写真―3**）。その後，発電機3基を確保して，事務所の電源を供給した。

写真―3　ハイブリッド車にて電源確保

(2) 職員救出

翌日（12日）午後，多少潮が引いてきた所で，腰まで浸かりながら職員・作業員の救出に向かった（**写真―4**）。

写真―4　職員・作業員の救出へ向かう

(3) 緊急支援体制の構築

翌日朝（3月12日），本店では震災復興対策本部を設置し，東北支店では緊急支援体制が整えられた。

しかし，本店から現地への直接的な連絡は取りづらく，青森や秋田，新潟を経由しての間接的な連絡方法が主であった。

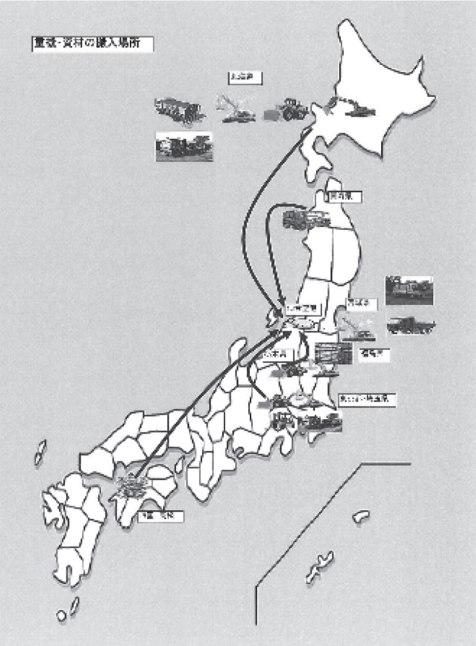
3月12日夜，本店より偶然にも直接仙台南営業所へ連絡が入り，13日一番で仙台空港へ行くようにとの指示であった。

(4) 資機材調達

仙台空港での打合せでは，空港ならびにその周辺での速やかながれき類の撤去作業がメインであった。打合せ後，営業所に居たのは職員10名と下請25名，現地で段取りできた機材はタイヤショベル2台，モータグレーダ1台，2tダンプトラックおよび4tダンプトラック各3台であった。

3月14日，作業開始と同時に支店を通じて本店へ連絡を取り，タイヤショベルやパワーショベルのハサミ付きを可能な限り調達して頂くよう依頼した。

ピーク時のダンプトラックを含めた約50台／日の搬入先は**図―1**に示すとおりである。



図―1　資機材搬入先

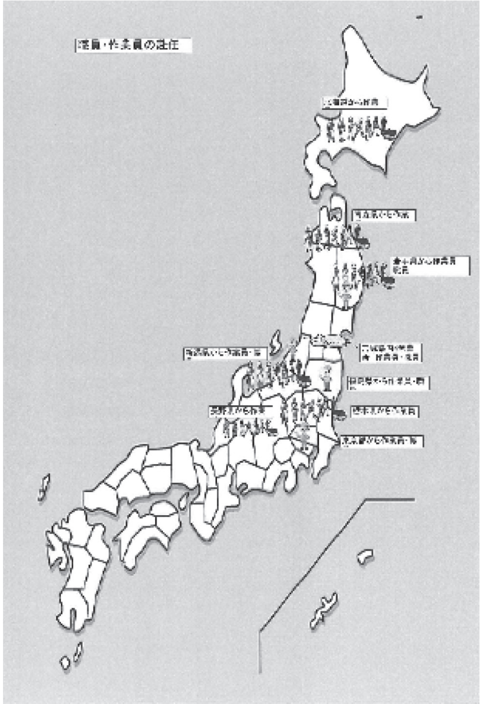
(5) 応援人員の確保

がれき類の撤去作業には人の支援が重要である。そこで，近隣営業所はもちろん全国から職員・作業員の応援を頂いた（**図―2**）。

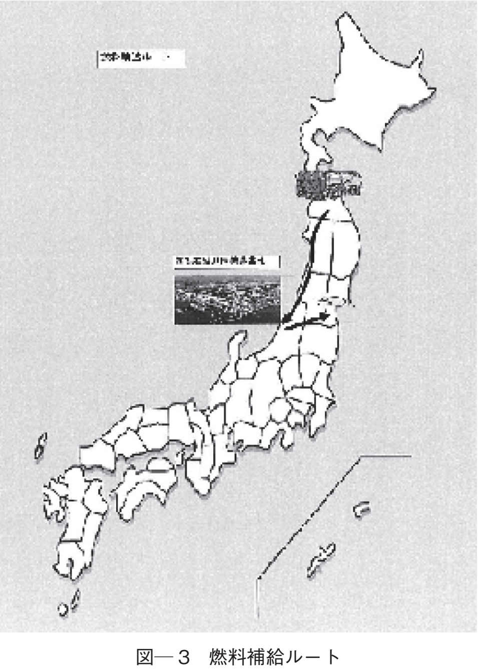
(6) 燃料の確保

重機等を手配しつつ，肝心の燃料の確保が問題であった。

震災直後はスタンド等が閉鎖され，思うように調達できず，緊急車両で高速道路に入りスタンドに並ぶものの長蛇の列で数量も限定される始末であった。航空局にお願いし，燃料を調達出来る給油所を検討していただいた。燃料輸送車両は3月15日夕方青森（八戸）より，指定された新潟の燃料備蓄基地に向かい，3月16日朝には仙台空港へ到着した。重機等や茨城より調達したドラム缶に補給し，残りを協力会社の地下タ



図―２　職員・作業員の応援元



図―３　燃料補給ルート

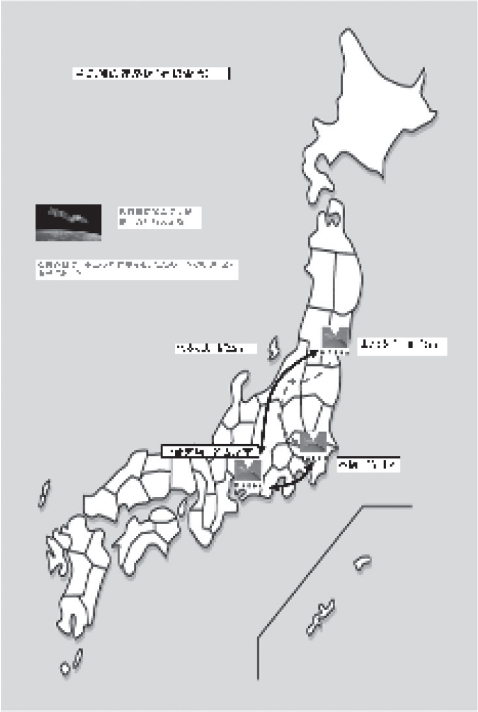
ンクへ備蓄した。

燃料補給ルートを**図―３**に示す。

(7) 緊急連絡網

災害発生時の本店への連絡網として（**図―４**）の体制をとっていたが，思うように機能しなかった。そこで，秋田方面を経由しての連絡網に変更することで，スムーズに行うことができた。

現場と営業所との連絡は無線機を使用し，支店からの連絡事項等に対応した。



図―４　緊急時の連絡網

(8) 宿泊施設と食事の確保

当時の作業員宿舎は，全国からの応援部隊により良好な環境確保が困難を極めた。そこで，当社の亘理町にある工場および営業所二階会議室，支店の会議室等に簡易ベッドとパーテーションでプライバシーを確保して仮の宿泊施設を設けた。食事は震災当日から普段お世話になっている食堂の協力を得て，特に昼食はピーク時には，おにぎり四百数十個を用意してもらい，職員・作業員の力の源になった。

4. 現場管理

がれき類の処理等に伴う復旧をどのように進めるか，何から手をつければ良いのか，暗中模索状況であった。

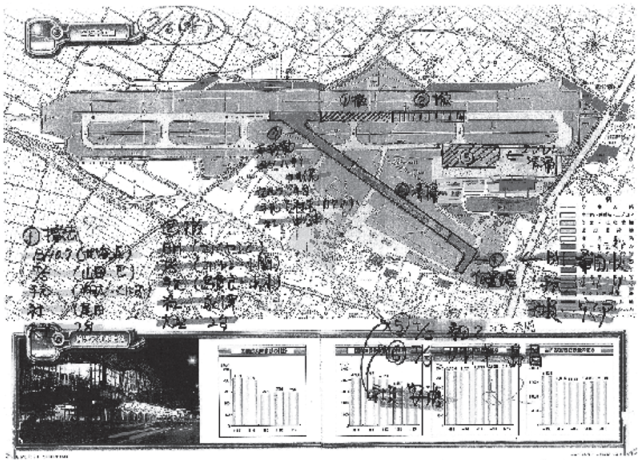
しかし，目の前にある現実を把握し，広大な敷地の状況を把握するには平面で管理する必要があった。そこで，航空局よりいただいた仙台空港の平面図を活用し，当日の予定と進捗状況を日々記入し，朝・昼・夕と色を付け記入した。

一枚の図面に作業予定を色分けし，そこに人員・使用機械・材料等も記入し朝礼時には職長へ渡し，さらに打ち合わせを行った。朝礼時の集合写真および色分けした平面工程を，それぞれ**写真―５**および**図―５**に示す。

5. 安全管理

安全管理としては，余震が続く中の作業のため，携

写真―５　朝礼時の集合写真（総勢約200名）



図―５　平面工程

帯電話は緊急地震速報受信設定を，車両・機械はラジオを一日中オンの状態とした。職員・作業職長には無線機を渡し，作業エリアごとに非難場所を決めた。

瓦礫等を扱っていたことから，厚手の手袋・防塵マスク・防塵メガネの着用を徹底した。当時は破傷風の危険もあったので，小さな怪我（擦り傷・切り傷）なども報告させ，移動用現場事務所には薬を常備した。

震災中，燃料不足のため夜間燃料の盗難や，津波により空港の外周柵がなくなり被災者や一般の人が作業エリアに立ち入ってきたので，24時間の警備員を置き，作業に支障がでないようにした。

余談ではあるが，それでも重機の燃料の盗難があった（写真―６）。

写真―６　重機燃料盗難によるガラスの破損

6. おわりに

これまで幾度か震災や災害を経験してきたものの，今回の東日本大震災は想像を絶するもので，目の前が真っ暗になり，すべてにおいて不安感・絶望感があったのは事実である。

しかし，周りの職員・作業員がこれから何をやればいい？どこに行けばいい？と嫌な顔一つせず集まって来た時，そんなことは頭の中から自然と消えていた。

今我々に課されている「仙台空港復旧を何としてでもやり遂げる」そんな思いが一つになり誰からとなく伝わり，皆被災者であるにも拘らず一所懸命に作業に従事してくれたことに感謝したい。

そして，官（国土交通省・自衛隊・県・市町村）・米軍・民が一体となり一つの見えない目標に向かって突き進んでいき，その場面場面で航空局の方々に的確な指示をいただいたことが目標達成の要因である。

今回の震災で学んだことは，携帯電話が機能しなくなったときの連絡方法を再考する必要性を強く感じた（衛星通信や無線電話等）。

一人では出来ないことでも，沢山の人々が集まり知恵を出し合って行動すれば，やれないことはない，人間の計り知れぬ力，そして絆をこの度実感した。

これからも仙台空港が東北のシンボルになっていくように，陰ながら応援していきたいと思う。

謝　辞

幾度かマスメディアにて今回の初動対応と現場管理活動に対してお褒めの紹介を頂きましたが，これも偏に国土交通省・自衛隊・県・市町村・米軍・当社社員・協力業者の皆様方からのご指示・ご協力の故と感謝しております。

ここに誌面をお借りして厚く御礼申し上げます。

JCMA

［筆者紹介］
北原　正俊（きたはら　まさとし）
前田道路㈱
東北支店　仙台南営業所

センサネットワーク技術を応用したユビキタス構造モニタリング

倉　田　成　人

センサネットワークは，ユビキタスコンピューティングの中核をなす基盤技術であり，高度な情報通信機能を有する次世代の建築･都市への応用が期待されている。その適用事例として，無線センサネットワークによるユビキタス構造モニタリングシステムの超高層ビルへの応用を紹介し，実地震時の振動計測を用いたビルのエリアごとの健全性評価手法を示す。

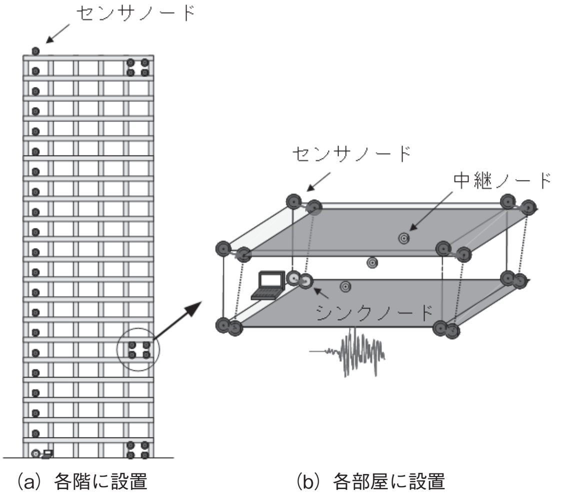
キーワード：センサネットワーク，ユビキタスコンピューティング，構造モニタリング，構造健全性評価，構造損傷評価，無線センサ，スマートネットワーク，MEMS

1. はじめに

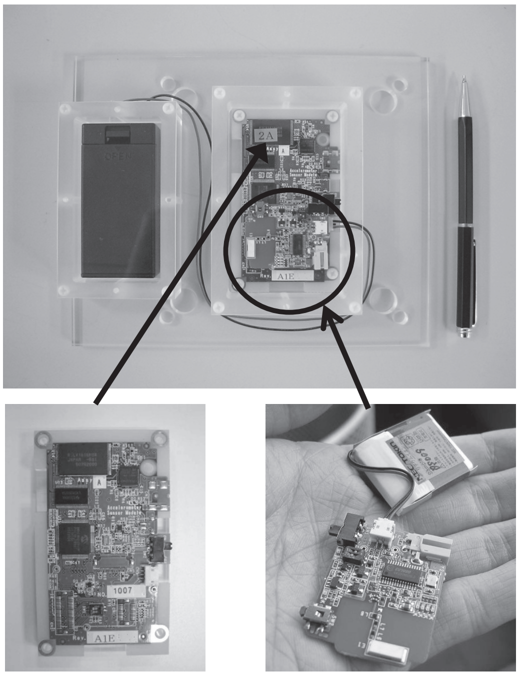
各種無線センサ，RFID，スマートフォンからスマートネットワーク，クラウドシステムに渡り，情報通信技術の研究開発が進められ，広い意味でのセンサネットワーク技術が様々な分野において応用されつつある[1)～4)]。建築分野でも，構造，環境，生産，計画，防災等で，センサネットワーク技術を利用したアプリケーションが実現しつつあるが[5)～11)]，本格的な普及はこれからである。適用事例として，無線センサネットワークによるユビキタス構造モニタリングシステムの超高層ビルへの応用を紹介し，実地震時の振動計測を用いたビルのエリアごとの健全性評価手法を示す。

2. 無線センサネットワークによるユビキタス構造モニタリング

無線センサネットワークは，センサモジュールの超小型化と大量生産による低コスト化を実現するMEMS（Micro Electro Mechanical Systems）技術の発展を背景に，アドホックネットワーク，マルチホップ通信といったスマートネットワーク技術を組み合わせ，センサをばらまくがごとく遍在させるための技術である。元々は，米国防総省によるSmart Dustプロジェクトによるもので，航空機で無線センサネットワーク・モジュールを散布し，敵軍の軍事車両の活動をモニタリングしようとして開発が進められた。こうした技術を構造工学，地震工学に応用すれば，従来とは比較にならないほど，超高密度な（ユビキタスな）構造モニタリングや，地震観測の実現が期待できる（図―1参照）。これにより，少ない台数の高価なセンサに頼らざるを得なかった構造ヘルスモニタリングの課題を解決できる。しかも，無線センサネットワーク・モジュールは，演算機能を持つスマートセンサでもあるから，センシングだけではなく，様々な付加機能を持たせることが可能である。こうした着想から，筆者らは「ユビキタス構造モニタリング」を提案し[12)，13)]，東京大学先端科学技術研究センター・森川研究室と共同で研究開発を進めている。まず，構造モニタリングに必要な性能として，小地震から大地震までを対象として，地震観測から超高層ビルでの振動計測までを可能とすることを念頭に，振動台を用いたベンチマークテストによりMEMS加速度センサ（最大加速度2G）を選定した[13)]。これに加え，フィルタ，A/Dコンバー

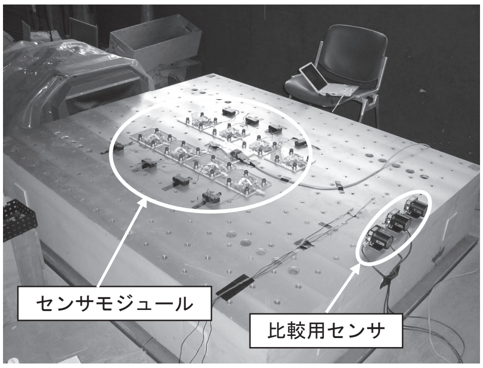


図―1　ビルのユビキタス構造モニタリング



(a) 加速度センサボード　(b) 無線通信モジュール

写真―1　ユビキタスセンサモジュール



写真―2　振動台による性能確認

タ，SRAM 等を搭載した加速度センサモジュールを製作し，無線通信モジュールと組み合わせた「構造モニタリング用ユビキタスセンサモジュール」（**写真―1**）を開発した。本センサモジュールによる構造モニタリングでは，センサモジュール間の関係を分析するため，振幅に加えて位相の情報が重要であり，センサモジュール間の時刻同期が取れている必要がある。こうした計測機能と時刻同期機能について，振動台実験により性能を確認した（**写真―2**）[6), 14)]。

3. ユビキタス構造モニタリングシステムの開発

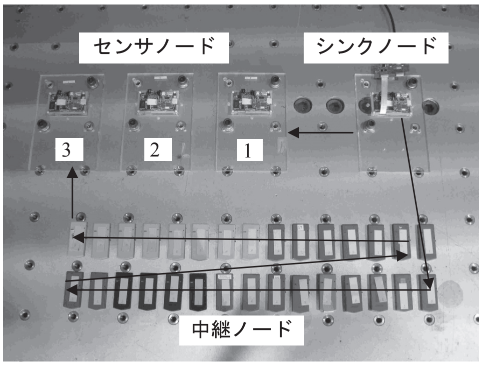
ユビキタス構造モニタリングシステムでは，**図―1** に示したように，ビルの各階やビル内の各部屋に超高密度にセンサノードを設置することを想定している。**図―1（b）** のように，システムは，制御用 PC に接続されたシンクノード，中継ノード，及びセンサノードで構成される。シンクノードは，常時は全センサノードに時刻同期パケットを送りながら，ノード間で 1 ミリ秒以内の時刻同期を確保する。すべてのノードは，常に精確にサンプリング周波数 100 Hz で加速度センサによる計測を行いメモリにデータを保持する。シンクノードは，設定した閾値に応じて地震のイベント発生／終了を検知し，イベント終了後，全センサノードにプレトリガー分を考慮した記録を無線で送るように指令する。センサノードは，シンクノードからの指令に応じて，メモリ上の必要なデータを無線で送る。シンクノードは，1 台ずつ全センサノードからデータを受信し，接続された PC に記録する。すべての記録を収集した後に，次の地震への待機状態となる。

前述のように，超高密度なセンシングを実現するためには，シンクノードとセンサノード間の無線通信を 1 対 1 で行うことができるとは限らず，必然的にノード間をマルチホップさせるような通信手法が必要となる。そこで，シンクノードとセンサノード間に中継ノードを設置して，マルチホップ通信しながら時刻同期を取り，計測データを収集するシステムを開発した。本システムでは，ネットワーク全体の時刻同期プロトコルとして，Flooding Time Synchronization Protocol（FTSP）を採用した[14)]。FTSP では，送信側，受信側でタイムスタンプを取ることで，一方向の同期パケットの送信だけで，1 us 程度の精密な同期を実現することができる。FTSP により，アドホックにネットワークを構築する手順は，下記の通りである。

(1) シンクノードから各センサノードへパケットを送信
(2) 目的のセンサノードへパケットが最初に届いた経路を設定（中継ノードを介しても介さなくても良い）
(3) 設定された経路によりセンサノードからシンクノードへパケットを送信
(4) シンクノードへパケットが届かなければ，再度シンクノードからパケットを送信し，経路を再設定

各センサノードにより計測されたデータの収集に当たっては，1 回のリクエストで 8 パケット（8 サンプル）が送信されるが，もしデータロスが発生すれば，ロスしたデータのみを再送することとしており，すべてのデータが収集される。

マルチホップ通信による時刻同期性能を確認するために，シンクノード，3 台のセンサノード，及び 30 台の中継ノードを，地震の揺れを再現できる実験装置である振動台に固定し実験を行った（**写真―3**）。シンクノードから時刻同期の為に各センサノードへ送られる時刻同期パケットは，センサノード 1 及び 2 はシ

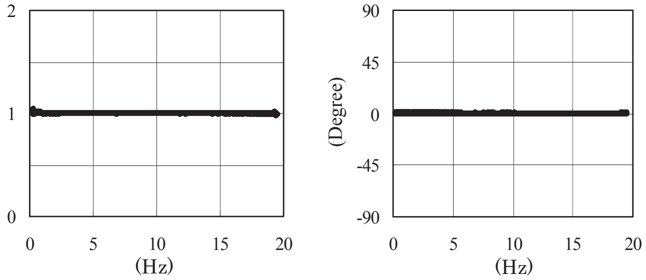


写真―３　振動台によるマルチホップ通信実験

ングルホップで受信，センサノード３は30台の中継ノードをマルチホップして受信することとした。動的に通信経路を構築するアドホックネットワーク機能も実装しているが，振動台上では距離が短く，全てのセンサノードからシンクノードへ直接通信ができてしまうため，時刻同期パケットをマルチホップする通信経路を予め固定して実験を行った。センサノード３とセンサノード１による計測波形のフーリエ振幅スペクトル比を取った結果を**図―２（a）**に示す。マルチホップ通信により時刻同期を行ったセンサノード３による計測で，シングルホップのセンサノード１と同等の振幅特性が得られていることがわかる。また，センサノード３とセンサノード１のフーリエ位相スペクトル比を取った結果を**図―２（b）**に示す。両センサノード間には位相遅れが無く，時刻同期が取れていることがわかる。

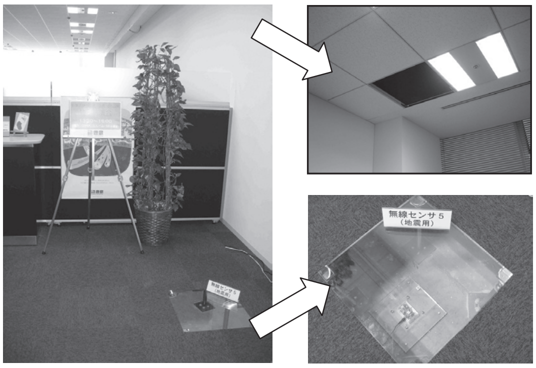
4．超高層ビルへの適用とエリアごとの健全性評価

開発したユビキタス構造モニタリングシステムを超高層ビルに適用し，2009年４月から2011年２月まで，震度１以上の地震による揺れを観測して，実地震による性能を確認した[6)]。対象建物は，秋葉原地区に建設された地上31階，塔屋１階，地下２階のオフィスビルである（**図―３**）。その６階のオフィスに本システムを設置した（**写真―４**）。**図―４，５**に示すように，本システムは，１台のシンクノード①，７台のセンサノード（②～⑧），３台の中継ノード（21，23，24）により構成し，アドホックネットワークとマルチホッ

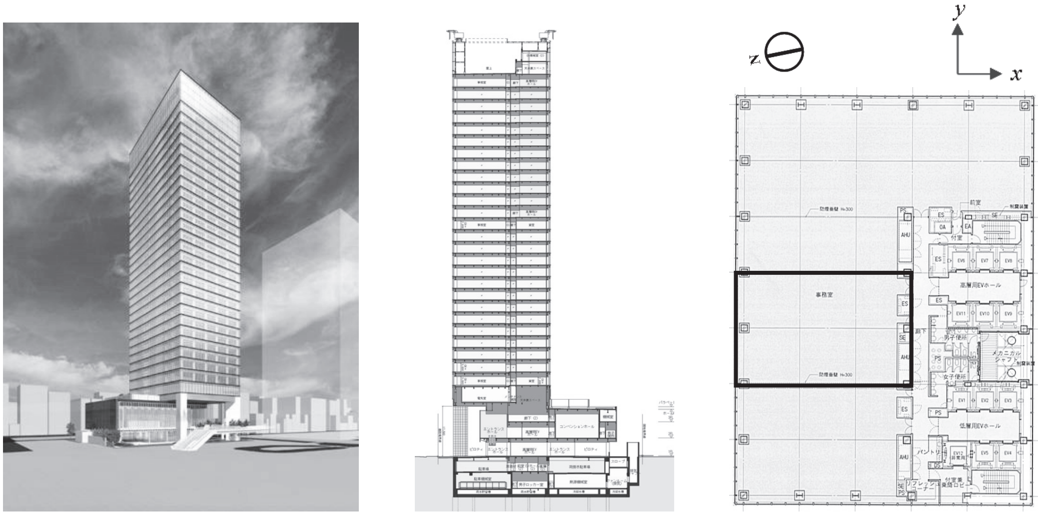


（a）振幅　（b）位相

図―２　センサノード３と１のフーリエスペクトル比

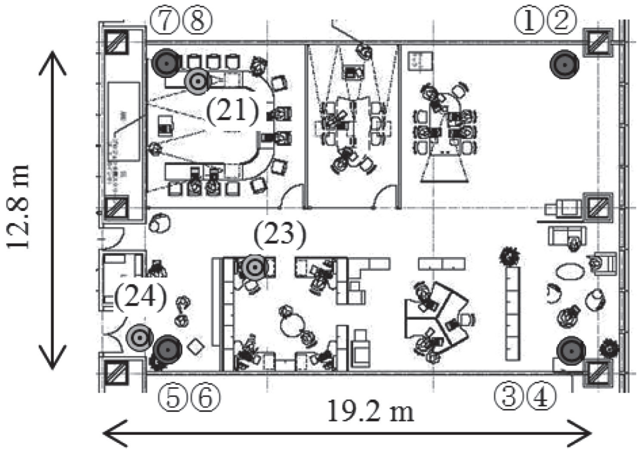


写真―４　システムを設置したオフィスと設置状況

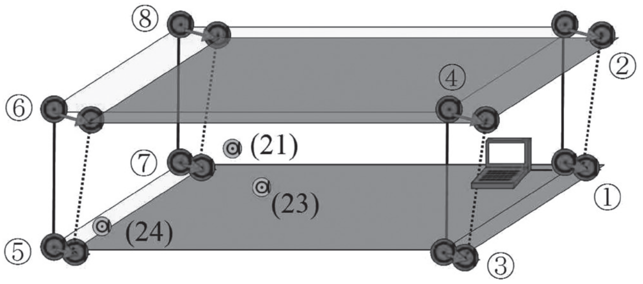


（a）建物外観　（b）断面図　（c）６階平面図

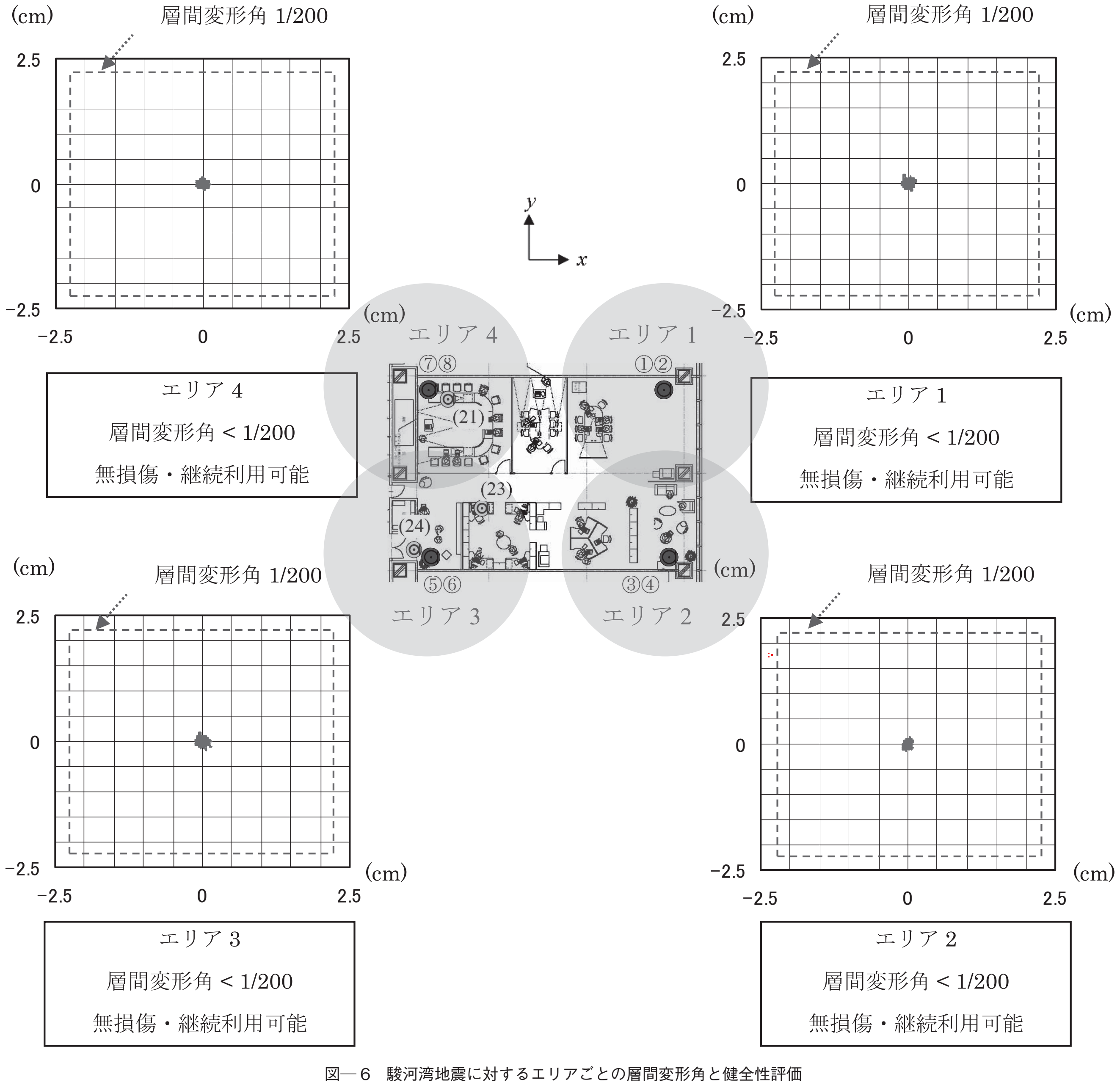
図―３　システムを設置した超高層ビル



図―4 平面図



図―5 センサノードの配置



図―6 駿河湾地震に対するエリアごとの層間変形角と健全性評価

プ通信機能を実装した。

高さ 60 m 以上の超高層ビルの設計においては，建築基準法により，時刻歴応答解析が義務づけられ，稀に発生する地震動（レベル 1）によって建築物の構造耐力上主要な部分が損傷を受けないこと，極めて稀に発生する地震動（レベル 2）によって建築物が倒壊，崩壊等しないことを確認することとなっている。詳細に述べると，レベル 1 の地震動に対して層間変形角 1/200 以下で構造部材が損傷しないこと，レベル 2 の地震動に対して層間変形角 1/100 以下で構造部材の塑性化は許容するものの倒壊，崩壊等をしないで人命を守るということである。つまり，耐震設計された実際の超高層ビルで，ある地震による揺れがセンシングでき，何らかの形で最大層間変形角が算出できれば，1/200，1/100 を目安として，その層が損傷していないかどうかを大まかに評価できる。本システムでは，加速度をセンシングしているので二重積分により変位が得られ，天井に設置したセンサのデータから床に設置したセンサのデータを時刻歴上で引き算することで層間変形が算出できる。**図― 6** に，駿河湾地震（2009 年 8 月 11 日，東京都千代田区にて震度 4）に対するモニタリング結果を示す。センサ配置は図― 4 に示す通り，1 つの部屋の四隅それぞれの天井，床にセンサノードを設置した。震度 4 の揺れであるため，当然ではあるが，**図― 6** に示す各エリアでは，層間変形角が 1/200 を大幅に下回っており，構造部材は全く損傷しておらず，健全であることがわかる。この例では 1 つの部屋を対象としているが，同じようにビル全体を対象として考えることもできる。天井と床を 1 つの単位としてセンサノードを設置すれば，地震時に，その周辺の構造部材が損傷していないかどうかを評価することができ，センサノード設置箇所分だけ高密度に，きめ細かく，ビル内のエリアごとの健全性評価，あるいは損傷評価が可能となる。

5. おわりに

本稿では，ユビキタスコンピューティングの中核をなす基盤技術であるセンサネットワークの適用事例として，無線センサネットワークによるユビキタス構造モニタリングシステムの超高層ビルへの応用を紹介し，実地震時の振動計測を用いたビルのエリアごとの健全性評価手法を示した。

JCMA

《参 考 文 献》

1) 総務省：平成 23 年版情報通信白書，http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/index.html
2) 猿渡 俊介，森川 博之：社会創造に資するセンシングプラットフォーム，情報処理学会誌，vol. 51，no. 9，pp. 7-14，September 2010
3) 倉田成人：建設分野におけるセンサネットワークの応用，電子情報通信学会誌，Vol. 89，No.5，pp.424-429，2006
4) 倉田成人：ユビキタス・センサネットワークの建築・都市への応用，電子情報通信学会技術研究報告，ユビキタスセンサネットワーク研究会，USN2007-5，May 2007
5) N. Kurata, M. Suzuki, S. Saruwatari and H. Morikawa：Actual Application of Ubiquitous Structural Monitoring System using Wireless Sensor Networks, Proceedings of the 14th World Conference on Earthquake Engineering（14WCEE）, Beijing, China, October 2008
6) N. Kurata, M. Suzuki, S. Saruwatari, and H. Morikawa ：Application of Ubiquitous Structural Monitoring System by Wireless Sensor Networks to Actural High-rise Building, Proceedings of 5th World Conference on Structural Control and Monitoring, Tokyo, Japan, July 2010
7) 馬郡文平，野城智也，迫博司，藤井逸人：省エネルギー CO_2 削減のための建築性能モニタリングによる視える化－ AI コントロールを活用した統合的エネルギーマネジメントに関する研究－，スマートな情報通信技術で実現する建築性能モニタリングの未来像，情報システム技術部門研究協議会資料，日本建築学会大会（北陸），pp. 37-53，2010
8) 中島史郎：建築物の品質管理における IC タグとネットワークコンピュータの活用，ユビキタス社会と建築・都市のフロンティア，日本建築学会総合論文誌，No.8, pp. 69-72, 2010
9) 松岡克典：宅内情報ネットワークを用いた生活行動モニタリングと生活見守り技術，スマートな情報通信技術で実現する建築性能モニタリングの未来像，情報システム技術部門研究協議会資料，日本建築学会大会（北陸），pp. 63-68, 2010
10) K. Sasaki, N. Ishii, N. Kurata, Y. Tobe：An assistance system for safe evacuation using wireless sensor networks. Int. Workshop on SensorWebs, Databases and Mining in Networked Sensing Systems（SWDMNSS 2007）, Braunschweig, Germany, June 2007
11) 倉田成人：防災情報取得の新しい展開，情報処理学会誌，vol. 51, no. 9, pp. 1150-1156, September 2010
12) N. Kurata，B.F. Spencer，Jr.，M. Ruiz-Sandoval : Risk monitoring of buildings with wireless sensor networks，Structural Control and Health Monitoring, Vol. 12, pp.315–327, 2005.
13) N. Kurata, S. Saruwatari and H. Morikawa：Ubiquitous Structural Monitoring using Wireless Sensor Networks, Proceedings of 2006 International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems（ISPACS 2006）, Tottori, Japan, December 2006
14) 鈴木誠，猿渡俊介，倉田成人，南正輝，森川博之，"地震モニタリングに向けた高精度分散同期サンプリング"，電子情報通信学会技術報告，ユビキタスセンサネットワーク研究会，USN2008-91，January 2009

[筆者紹介]
倉田　成人（くらた　なりと）
鹿島建設㈱
技術研究所　先端・メカトロニクスグループ
上席研究員

特別報文

日本統治時代台湾における台北飛行場建設

井 上 敏 孝

本研究は日本統治時代台湾における台北飛行場建設工事について分析を試みたものである。台北飛行場は台湾で初めての公共用飛行場として1936年に完成した飛行場であった。また同飛行場建設で採用された設計基準や工事方法は，日本内地の主要飛行場と比べても引けを取らない内容であった。以上の点について先行研究の課題を踏まえつつ，日本統治時代の台湾における台北飛行場建設事の概要と技術的特徴そして，歴史的意義について明らかにするのが本研究の目的である。
キーワード：日本統治時代，台湾，台北，飛行場建設，羽田飛行場，福岡第一飛行場

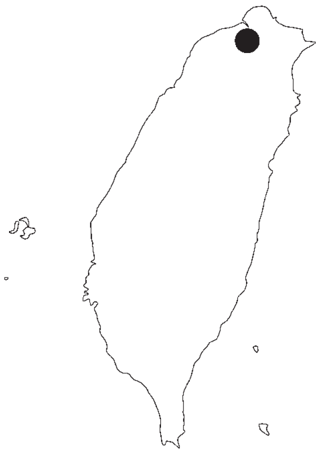
1. はじめに

本研究は日本統治時代の台湾における飛行場建設について分析するものである。1895年の下関条約で獲得して以降約50年にわたって台湾は日本領の一部となった。その間台湾では台湾総督府の台湾統治策の下で，鉄道・築港・道路建設等様々なインフラ事業が進められた。本稿で取り上げる飛行場建設は，このインフラ事業の1つに位置づけられる。本稿では具体的に台湾総督府による台北飛行場建設に関して分析を試みる。

しかしながら，これまで同時期の台湾における飛行場建設について分析した研究は見ることができない。

先行研究には台湾における航空事業及び政策を取り上げた研究として曾令毅「日治時期台灣航空發展之研究（1906－1945）」[1]，林玉萍『臺灣航空工業史：戰爭羽翼下的1935年～1979年』[2] や井上敏孝「台湾総督府の航空政策について」[3] 等があるが，いずれも台北飛行場に関する分析は概要の域を出ていない。また先に挙げたインフラ事業に関する研究としては，蔡龍保『推動時代的巨輪　日治時期台湾道路事業之研究（1910－1936）』[4] や井上敏孝「日本統治時代基隆築港事業―港勢の変遷と基隆港における輸移出入状況を中心に―」[5] 等があるものの同じインフラ事業である飛行場に関する記述は見ることができない。

以上の先行研究の課題を踏まえて本研究では日本統治時代の台湾における台北飛行場建設事の概要と技術的特徴そして，歴史的意義について明らかにする。



図―1　台北飛行場位置①
注）図中の●は台北飛行場を指す。

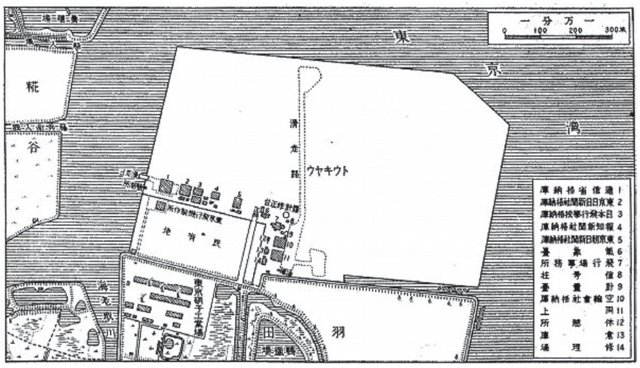
2. 戦前期日本の飛行場建設の沿革

戦前期日本帝国下には逓信省所管の国際飛行場として立川・大阪・福岡・蔚山・京城・平壌・大連等があった。しかし，いずれも陸軍等が使用する飛行場であり，民間の飛行機利用を目的とした公共用飛行場として位置づけられていたのは羽田・福岡第一・台北のみであった[6]。したがって本章では以上の3飛行場の概要と沿革について述べたい。

(1) 羽田飛行場

1930年ごろまで東京における民間航空事業の拠点飛行場となっていたのは立川の陸軍飛行第5連隊の飛行場のみであった。しかし元々軍用飛行場であった同飛行場を共有して利用することは「何かと不便が多く

民間航空専用の飛行場の新設を要望する声が大きかった」[7]。このことから政府は290万円の予算を計上して東京羽田鈴木新田埋立地約5 km^{2}を買収し，この地を民間飛行場とするため1929年から工事に着手した[7]。そして1931年，日本初の公共用飛行場として開港した羽田飛行場は開港当初こそ滑走路１本のみの簡素な設備であったが，航空路標識や夜間照明設備等が随時整備された。そして1933年には正式に立川飛行場の民間航空部門が同飛行場に移ったことで日本航空輸送株式会社や満州航空株式会社等のハブ空港として国内・国際線運航が活発化し名実ともに戦前期の日本を代表する国際飛行場の１つとなった[8]。

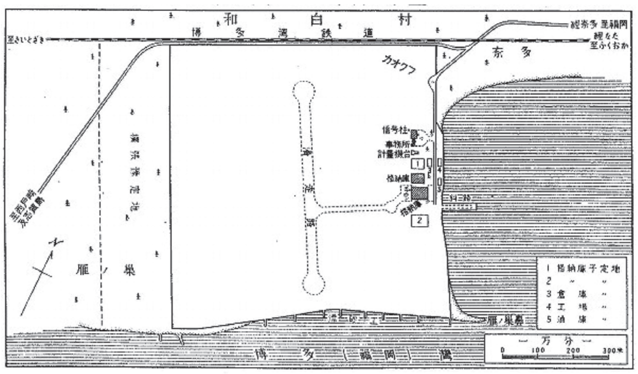


出所）帝国飛行協会『本邦民間飛行場図』1937年

図―２　羽田飛行場図

⑵　福岡第一飛行場

福岡第一飛行場，別名雁の巣飛行場は福岡県糟屋郡白村奈多雁の巣に建設された水陸両用飛行場であり，総面積770,963 m^{2}の敷地を有する同飛行場は戦前期の日本帝国下では最大の民間国際空港であった。1934年から1935年の工事期間に，総工費545,000円をかけて陸上機用として２本の滑走路と水上機用の滑走施設，そして格納庫及び日本航空輸送株式会社事務所等の付帯施設が建設された[9]。**図―３**からも分かる通り同飛行場の敷地はほぼ正方形に近いが，この敷地内に



出所）帝国飛行協会『本邦民間飛行場図』1937年

図―３　福岡第一飛行場図

滑走路及び自然排水等の設備整備，そして芝の植付等が実施された。滑走路工事の際には，滑走路となる敷地の地質が赤みがかった砂質の土壌であったことから，表装工として厚さ18 cmの粘土まじりの土を敷き詰め，表面に芝の植付が行われた。以上のことから降雨の際も雨は直ぐに地下に浸透し，自然と博多湾に流れ出たことから特別な排水設備は見られなかった。ただし所々に直径約30 cmの穴を敷地地下に穿ち砂利を敷詰めることで雨水の誘導を図った。したがって地表面における勾配は東西500分の1，南北では1000分の１程度であった。台湾と日本内地を結び内台定期航空路が開設された際には，福岡第一飛行場は台湾と内地を結ぶ内地側の玄関口として位置づけられたことから，本稿で取り上げる台北飛行場とは「相離るべからざる關係を有」していたとされる[10]。さらには台湾のみならず朝鮮・満州と内地各地とを結ぶ連絡線の拠点飛行場となり国際飛行場として発展したことから同飛行場の規模そして飛行場施設は東洋一と称された[11]。

⑶　台北飛行場

台湾本島では軍部によって屏東・鹿港・花蓮港・台東の諸地方に着陸場が開設された。しかしながらいずれの着陸場も，単に航空機の着陸に供するための最低限の設備しか有していなかった。そのため本島には軍部によって整備されたもの以外に「飛行場と稱するものがない狀態」であった[12]。そこで台湾総督府は台北に空港を設置することとし，1932年に予算を計上，翌年には台北市東部の約14万坪の敷地を整備し台北飛行場とすることを決定した[13]。その後同飛行場は1935年同面積全部の整地を完了し，翌1936年に第一期工事が竣工している[14]。そして内台間定期航路が開始したことで同飛行場は空港として使用されるに至った[15]。同飛行場の概要は**表―１**，位置と実測図はそれぞれ**図―１，４と５**の通りであった。また台北飛行場を日本内地の主要飛行場と比較してみると**表―１**の通りである。まず開港年で見ると台北飛行場と内地主要港の１つであった福岡第一飛行場とは同年に開港していることが分かる。また飛行場敷地に関して見ると公共用飛行場として整備された飛行場としては，福岡第一・羽田飛行場に次いで第３位の規模を誇っていた[16]。

ちなみに台北飛行場は1945年，日本の敗戦に伴い国民党政府の管轄化となり，台北松山空港へと名称が変更された。そして現在は台湾の国内民間航空運輸の中心的な空港となっている[17]。

表―1 台湾・日本内地飛行場概要一覧

	台北飛行場	羽田飛行場（東京国際飛行場）	福岡第一飛行場（雁ノ巣国際飛行場）
開港年（拡張工事年）	1936 年	1931 年（1939 年）※	1936 年
敷地面積（ha）	46.86 ha	53 ha（72 ha）	59 ha（135 ha）
滑走路	東西 900 m（第一号線），南北 700 m（第二号線）	東西 600 m，南北 600 m（300 × 15 m，1 本）1938 年に第一次拡張，滑走路を 600 m から 800 m へ延長，1939 年には 2 本目の滑走路が完成。	東西 790 m，南北 800 m（600 × 30 m，1 本）海岸に水上機の滑走台（80m）1942 年に滑走路は 800 m 級 2 本の交差型となった。
恒風	おおむね東	北北西	おおむね北または南東
格納庫	2 棟（日本航空運輸㈱のもの 1 棟，愛国格納庫 1 棟）	9 棟	2 棟
その他航空施設	羅針盤修正台，信号柱，航空無線設備，飛行機計量台	信号柱，飛行機計量器，羅針盤修正台，夜間飛行のための各種照明，標識，信号燈設備	信号柱，飛行機計量器，滑走台
交通連絡	台北停車場より約 5 km（自動車で 10 分以内）	東京市の中心より自動車で 25 分以上	福岡県庁より約 16 km（自動車で約 25 分）

出所）帝国飛行協会『本邦民間飛行場図』，錦織生「台北飛行場工事概況」『逓信協会雑誌』第 162 号，1935 年，p.11，交通局逓信部『熱帯産業調査会調査書』1935 年，日本航空協会『日本航空史 明治・大正篇』1956 年，日本航空協会『日本航空史 昭和前期編』1956 年，笠木勇雄 片山博「617 雁ノ巣飛行場 旧格納庫（北棟）調査報告その 2：所有者と構造形式について（建築計画）」『日本建築学会研究報告九州支部 3，計画系（43）』㈳日本建築学会，2004 年，pp. 65-68，帝国飛行協会『本邦民間飛行場図』1937 年

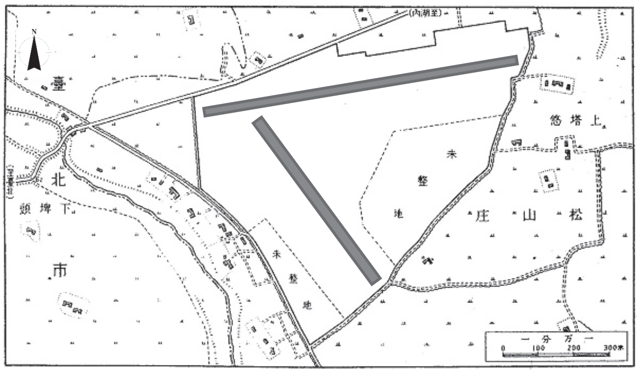
注）※ 1917 年には日本飛行大学校がこの地に開かれ，「羽田飛行場」と呼ばれた飛行訓練施設が置かれた。飛行訓練が行われたものの，民間の旅客機の離着陸はまだ行われていなかった。

表―2 台北飛行場工事費

項目	費用
土地買収費	201,887 円
整地費	202,000 円
専用道路費	58,500 円
地上補償費	20,000 円
航空無線設備	63,700 円
建設物費※	18,484 円
合計	564,484 円

出所）『台北飛行場工事概況』より筆者が作成したもの。

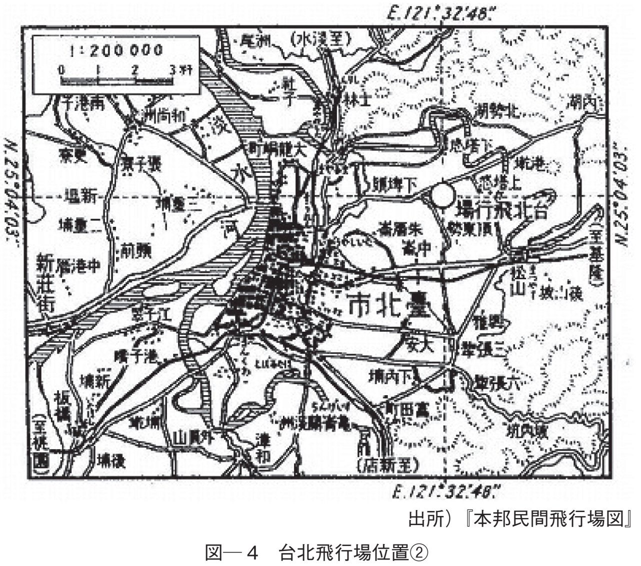
注）建設物費の内訳は飛行場事務所・標識信号柱・計量機・羅針盤修正台等であった。



出所）『本邦民間飛行場図』より著者が作成したもの。

図―5 台北飛行場図

注）図中，東西に延びているのは滑走路第一号線，南北に延びているものは第二号線を指す。



出所）『本邦民間飛行場図』

図―4 台北飛行場位置②

3. 台北飛行場工事

大正期から昭和初期にかけての陸上飛行場建設中，特に滑走路については陸上飛行機の離着陸時の風の影響を考慮し「いきおい方形に近い平面が要求され，当時としては排水の方法」等が技術的対象となっていた[18]。**表―1**を見ても分かるとおり，福岡第一飛行場や羽田飛行場に比べると 46 ha の台北飛行場の敷地はいささか狭い。しかしながら**図―5**でもわかる通り，台北飛行場では不等辺三角形である敷地を巧みに使用し，両飛行場と同規模の滑走路を整備，さらに排水・整地・専用道路・建設物を合理的に配置した。この点

は同飛行場最大の特徴といえる。以上のことを踏まえて本章では本飛行場における主要な工事の詳細と特徴について明らかにする。1934 年～ 1936 年にかけて実施された台湾総督府による第一期工事は具体的には①台北飛行場整地工事，②飛行場専用道路工事，③台北飛行場事務所新築工事，④日本航空輸送株式会社台北支所及び格納庫新築工事で構成されていた。

（1）設計基準

戦前期日本内地において本格的な滑走路場を持つ飛行場の設計基準は以下の点が挙げられる[19]。①主滑走路方向は恒風方向と一致することを原則とし，小型機に対しては恒方向と 45 度以上交角がある方向に副滑走路を設置することが望ましい。②小型機用滑走路は恒風方向に対し場周より外方 500 m 以内に仰角 1° 以上，1,000 m 以内に仰角 2° 以上，2,000 m 以内に仰角 4° 以上の障害物なきことを要す。③中型機用滑走路は恒風方向に対し場周より外方 4,000 m 以内に仰角 2° 以上の障害物なきことを要す。以上 3 点を台北飛行場に当てはめると，同飛行場の地理的条件や設計基準の特徴を窺うことが出来る。まず①については**表― 1**及び**図― 5**から東西に 900 m ある第一号線を主滑走路（中型機用），南北に 700 m ある第二号線を副滑走路（小型機用）と位置づけると何れも①の条件に合致していることが分かる。次に②③については**図― 4 ～ 6**，そして聞き取り調査によって，両滑走路周辺約 4,000 m 以内には障害物となる建築物等は見ることができなかった[20]。また日本統治時代に最大の高さを誇ったのは高さ 60 m の塔を持つ台湾総督府であり，台北飛行場とは 5 km 以上離れた位置にあった[21]。したがって②③の基準についても同飛行場は満たしていたといえよう。

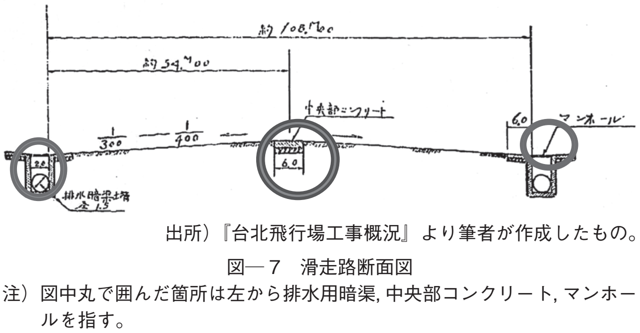
以上のことから台北飛行場は戦前期の飛行場設計の基準に添って設計され，実際に工事施工されたと指摘することができる。

図― 6　台北飛行場空撮図 1937 年

（2）整地工事

台北飛行場整地工事は 1934 ～ 1935 年にわたって施行され，本工事は場内の排水及び地表面を整備し，滑走路第一号線（東西 900 m）と第二号線（南北 700 m）を完成させるものである。そのため①滑走区画における排水用暗渠の設置と②滑走路上の転圧及びその他整備が行われた。まず①に関しては排水敷地内を東西に 10 区画に分け，直径 30 乃至 4 cm の鉄筋コンクリート土管を以て南北に暗渠を築造。暗渠の総延長は 5,016 m に及んだ。以上の暗渠には 30 m ごとに合計 113 個のマンホールを設置，さらに暗渠相互間にはやや高くコンクリート工を施し，その総延長は 3,620 m であった。本工事は区画内における降雨を排水暗渠，すなわちマンホールに誘導する重要な工事であり，暗渠と暗渠の間を 2 分し放物線形状に施行するものである。具体的には**図― 7** の通り暗渠間の中央を現地盤よりやや高めにし左右 300 分の 1 ないし 400 分の 1 の勾配を施し雨量を迅速に排水することを目的とした。従来の平坦な滑走路では降雨時の飛行機滑走の際，芝草類の発生と滞水の問題を抱えていた。なおかつ平坦な地表面で完全な排水をするためには地表面に特殊加工が必要であったことから，台北飛行場における同工法は滑走路上の排水問題を効果的に解決する方法であった。先述した通り当時の滑走路整備における技術的課題が排水方法であった点を鑑みると，台北飛行場における整地工事はこの点をクリアしていたといえよう。

続いて②に関して，航空機の滑走に使用する部分には粘土質の地盤に砂利を散布し，平均厚さを 6 cm としてローラーで転圧。さらに厚さ 3 cm の真土を被膜し，再度転圧を施し，表装工事を施行した。



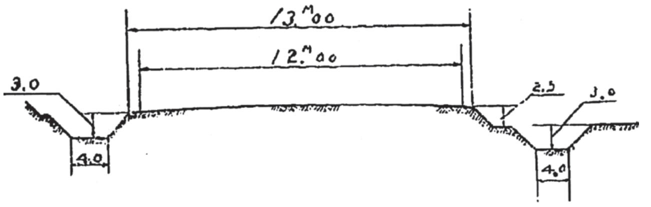
出所）『台北飛行場工事概況』より筆者が作成したもの。

図― 7　滑走路断面図

注）図中丸で囲んだ箇所は左から排水用暗渠，中央部コンクリート，マンホールを指す。

（3）飛行場専用道路

飛行場専用道路工事は，台北基隆間の縦貫道路中崙地内左側を起点に飛行場第 2 通用門に達する全長 1,680 m，幅 13 m（そのうち 12 m は砂利敷）の専用道路を築造するものであり，道路の左右には地形に応



出所）『台北飛行場工事概況』より筆者が作成したもの。

図―８　飛行場専用道路断面図

じて側溝を設置した[22)]。転圧工事は新設道路全般にわたって施工し，盛土・玉石砂利敷等に対しローラーで完全に転圧を加えるものであった。また路面盛土箇所でも充分に圧を加え，その後 12 ～ 15 cm の玉石を並べ，その上に厚さ 3 寸に砂利を散布，ちなみに切盛土の総坪数は 13,600 m^3 に及んだ。道路面両側の地質軟弱な個所に対して土留柵工 184 m の施工以外は境界標並びに在来道路交差点に土管を敷設。同専用道路完成により台北停車場から飛行場第 2 通用門までの 5,410 m は，自動車であれば 10 分以内の距離となった。なおかつ道路幅は自動車 3 台が並行運用可能なまでに広く整備されたことで，同飛行場の利便性を飛躍的に高めることに貢献した。また**表―１**を見てもわかるが台北飛行場は専用道路の完成によって，先述した羽田・福岡第一両飛行場に比べ，市街地と飛行場間の距離及び所要時間が大幅に短縮された。

（4）事務所設備の整備

以上に加えて台北飛行場事務所及び日本航空輸送株式会社台北支所の工事概要は表の通りである。

4. おわりに

ここでは日本統治時代の台湾における台北飛行場建設を分析し工事の概要及び技術的特徴を述べた。本研究で明らかに出来た点は①台北飛行場の開港年や規模

表―３　台湾総督府交通局台北飛行場事務所概要

位置		台北州七星郡松山庄（現在の臺北市松山區）
建築面積	延面積	329.62 km^2
	1 階	28.786 km^2
	2 階	41.76 km^2
	テラス	57.64 km^2
建物高	1 階建部屋根手摺上端まで	5.5 m
	1 階建部勾配屋根庇上端まで	4.2 m
	2 階建部屋根手摺上端まで	9.2 m
様式		明快性を強調する近世式
構造		2 階建・一部平屋建，鉄筋コンクリート及び煉瓦造
外部仕上げ		腰人造石洗出・壁及び庇田中式タイリングコート吹付勾配屋根中村セメント安全瓦葺手レス床モルタル塗仕上げ
工事関係者	設計監督	台湾総督府交通局逓信部臨時建築係
	建築工事	光智商会
	電気工事	台湾電力株式会社
	給水工事	台北市役所
	家具装飾工事	秋本商店装飾部
	植樹工事	岡田清次郎

表―４　日本航空輸送株式会社台北支所概要

位置		前記飛行場事務所に同じ
建築面積	延面積	489.51 km^2
	本家	468.81 km^2
	渡廊下	20.7 km^2
	テラス	89.69 km^2
建物高	本家屋根庇上端まで	4.2 m
	渡廊下庇上端まで	3.0 m
様式		前記飛行場事務所に同じ
構造	本家	平屋建・鉄筋コンクリート及び煉瓦造
	渡廊下	鉄筋コンクリート造
外部仕上げ		前記飛行場事務所に同じ
工事関係者		前記飛行場事務所に同じ

出所）表―３, ４ともに『台北飛行場工事概況』及び「口絵及附図」『台湾建築雑誌』1936 年，pp.213-215 より著者が作成したもの。

そして滑走路整備の状況等は，同じ民間飛行場であった羽田・福岡第一飛行場に引けを取っていなかった点。②台北飛行場の設計は，戦前期の内地飛行場建設の設計基準に沿って設計され，工事施工されていた点。③同飛行場は限られた敷地の中に2本の滑走路と排水設備及びその他関連施設を効果的に整備配置した点。④台北の市街地と飛行場を結ぶ飛行場専用道路の完成は同飛行場の利便性向上に貢献し，同飛行場と市街地との距離及び所要時間は内地主要飛行場に比べて大幅に短縮された点である。

以上の点について明らかにした本研究は，台湾のインフラ研究の穴を埋める研究のひとつになると考える。さらには日本内地と台湾の主要飛行場とを比較分析する実証的な研究になると考える。ただし同飛行場設計及び建設に携わった技術者や工事関係者，設計施工会社等については今回分析することが出来なかった。これらの点については今後明らかにしていきたい。

JCMA

注

1）曾令毅「日治時期台灣航空發展之研究（1906－1945）」淡江大学歴史系碩士班碩士論文，2008年
2）林玉萍『臺灣航空工業史：戰爭羽翼下的1935年～1979年』新鋭文創，2011年
3）井上敏孝「台湾総督府の航空政策について」『現代台湾研究』第41号，pp.49-64
4）蔡龍保『推動時代的巨輪　日治時期台湾道路事業之研究（1910－1936）』2004年
5）井上敏孝「日本統治時代基隆築港事業―港勢の変遷と基隆港における輸移出入状況を中心に―」『現代台湾研究』，第36号，2009年，pp.1-26
6）原田碧「東京国際飛行場に就て」『土木建築工事画報』昭和五年七月号，1930年，p.40
7）大日本航空社史刊行会『航空輸送の歩み昭和二十年迄』1975年，p.25
8）日本航空輸送株式会社『10年史』1938年及び今井泰男　清水勝義「東京飛行場からの発展―東京国際空港（羽田空港）の歴史と土木技術―」『土木学会誌』82（7），1997年，pp.16-17
9）前掲書（7），p.64
10）錦織生「台北飛行場工事概況」『遞信協会雑誌』第162号，1935年，p.11 両飛行場間の直線距離は約1,600 kmであった。ちなみに羽田空港と福岡第一飛行場との距離は約900 kmであった。
11）笠木勇雄　片山博「617 雁ノ巣飛行場 旧格納庫（北棟）調査報告 その2：所有者と構造形式について（建築計画）」『日本建築学会研究報告九州支部3，計画系（43）』社団法人日本建築学会，2004年，pp.65-68
12）熱帯産業調査会『台湾及南支南洋の航空』1936年，p.12
13）台北飛行場は完成後，一般的には松山飛行場とも呼ばれていた。同飛行場の名称に関する点は，台湾史研究会会員の大川敬蔵氏よりご指摘及び史料提供して頂いた。
14）「台北飛行場竣工」『まこと』第235号，1936年，p.8
15）前掲書（13），p.12
16）前掲論文（3）
17）台北松山機場ホームページ http://www.tsa.gov.tw/
18）土木学会『日本土木史　大正元年～昭和15年』1982年，p.797
19）土木学会『日本土木史　大正元年～昭和15年』1982年，pp.798-799
20）台北飛行場周辺に建築物がなかった点については，台湾史研究会会員の大川敬蔵氏よりご指摘及び史料提供して頂いた。
21）西澤泰彦『日本植民地建築論』名古屋大学出版会，2008年，西澤 泰彦『日本の植民地建築―帝国に築かれたネットワーク』河出書房新社，2009年，pp.90-93，崎山俊雄「日本統治初期における台湾総督府の官舎制度について台湾総督府の官舎建築に関する歴史的研究　その1（日本近代官舎・社宅，建築歴史・意匠）」『学術講演梗概集』F-2，建築歴史・意匠，2010年，p.467
22）同道路敷地はすべて民有地買収したものであった。

［筆者紹介］
井上　敏孝（いのうえ　としたか）
兵庫教育大学大学院
連合学校教育学研究科　博士課程

交流のひろば/agora—*crosstalking*—

東日本大震災における 自動車リサイクル業界の対応

北 島 宗 尚

平成23年3月11日，午後2時46分に発生した未曾有の大災害「東日本大震災」においては，数多くの犠牲と共に「原発事故」という更なる試練が日本国民にのしかかった。

震災発生当初，電力，水道などの社会インフラが止まった中で，被災地域には私たち自動車解体業界の同業者も数多く存在。

津波により大破した家屋，自動車を含むがれき処理の一部である「被災車両移動撤去作業のボランティア活動」を行った日本の自動車解体業界の対応をご紹介したい。

キーワード：自動車解体，自動車リサイクル，東日本大震災

1. 震災発生と災害対策本部の設置

震災発生時，当社㈱SPN株主総会，SPNグループ総会を東京田町のJALシティホテルで行っていた。地下のパーティー会場にもかかわらずけたたましい地鳴音と共に揺れが始まり，ホテル会場天井にある大きなシャンデリアが外れんばかりに揺れ，その下にいた会員へマイクで逃げるよう指示したことを鮮明に覚えている。

その後，一度揺れは収まり地上へ出たところ次の揺れが発生し，近くのビルが大きく揺れていたのを多くの会員と不安な気持ちで見ていた。

この時点では津波が発生することは全く考えていなかったのが実状であるが，現状確認をするためホテル側へテレビがつながるよう手配し，ようやくテレビが映る環境を整えたその瞬間「この地震が想像を絶したものである」ということを一同再確認した。

テレビに浮き上がってきた画面には，ちょうど仙台空港に津波が押し寄せ，滑走路や停まっている航空機がどんどん飲み込まれていく光景が映し出され，私の横に立っていたこの映像のすぐそばである宮城県名取市にて会社を営む㈱イマイ自動車社長の呆然とした姿があった。

グループ総会ということもあり，会員全員が参加している中，東北地域会員それぞれが会社などに連絡をしたが“連絡が取れない”，“安否は大丈夫”などの状況が確認され，急遽その場で会員が集合し，SPNグループ代表栗原裕之氏（㈲昭和メタル社長）を「災害対策本部長」として，「SPNグループ災害対策本部」を設置し，連絡網の確認を行った。

後から振り返れば，ここに偶然全員が揃っていたことがその後のSPNの組織活動がスムーズに運んだ要因だと思っている。

SPN災害対策本部を設置した後，すぐさま総会を終了したのだが，交通機関が全く動かないことが確認され，一時待機を同ホテルで行った。

幸い当日はかねてより「総会」ということもあり，多くの会員が同ホテルに宿泊予定であり，夕食も懇親会の夕食が確保されていた。

次々と大震災の被害状況がテレビで放送される中，帰宅困難から逃れることができ，会員それぞれ夜が明けてからの動き方について話し，一夜が経過した。

翌日早朝，それまでの交通機関の情報を取得し，福島，宮城，岩手県の会員については，交通手段がないことから，福島組については筆者の個人車両，宮城，岩手の会員については，埼玉県越谷市にある㈲昭和メタルまで移動し，そこで数台の車両を借り，物資が必要となることから，越谷市でできる限りの物資を確保，自動車での帰宅を行った。双方の会員とも震災翌日の深夜，翌々日の早朝までに帰宅することができた。

2. 過酷を極めた救援物資の搬送

各会員が翌日，翌々日早朝帰宅した後，本部としてそれぞれの状況報告を待ったが，各地の厳しい被害状況が携帯電話に連絡されてきた。

写真─1　物資募集・保管状況（㈱SPN本社3月15日）

写真─2　現地物資仕分状況（3月18日）

東京本部にて災害対策本部事務所を構えたが，都内での携帯電話が繋がり難くなっている状況から，ここでの継続をあきらめ，急遽，当社本社がある滋賀県長浜市に移動し，災害対策連絡を行った。

繋がり難い現地から少しずつ情報が入り，建屋の倒壊や浸水，電気，水道などが使えない状況が報告され，この情報を他の地域にいるグループ会員へ連絡，滋賀県長浜市を拠点に物資収集，積み替え搬送を行った。

滋賀県長浜市の臨時災害対策本部には，SPNグループ中部関西ブロックのメンバーが中心となり集合，被災地域外から送られてきた救援物資を搬送するチームを作り，被災地域での会員集合地点である仙台市の㈱三森コーポレーションに搬送を開始した。

関東から東北道への通路確保がかなりの困難を極めるというニュースから北陸道経由の輸送経路で動いたが，3月という季節柄，高速を走る途中で搬送車両の故障，大雪の中での運転，燃料確保，調整困難などの課題に直面した。

片道15時間以上の運転の中，1回で運べる物資には限りがあり，早く安定する物資を搬送するため，搬送スタッフは休む間もなく30時間以上の運転を行ってくれた。

また，東北地域でも被災の少なかった秋田より㈱大晃商事が秋田ルートで支援物資搬送，重機，発電機などをいち早く搬送してくれ，加えて長野から㈱スリーアール長野が，支援物資搬送を行ってくれた。

最終的には10便以上搬送を行ったが，第1便は車両故障，車両乗換，大雪，ルート調査など，その後に続いた物資支援搬送への大きな情報と課題を与えてくれ，この激務を行ってくれた方々には本当に心から感謝したい。

3. 被災車両の移動処理依頼

数回の支援物資搬送の中，段々と各社の現状が確認でき，次のステップとして「被災工場復旧支援スタッフ」も導入した。これらのスタッフは水没した工場の泥かきやシステムダウンした工場の復旧，棚から落ちた在庫商品復帰などを行ってくれた。

災害対策本部についても，当社は幸いなことに仙台市内に子会社（㈱スーパーライン東北）を持っていたため，「現地災害対策本部」をその事務所内におき，各会員への復旧支援を行い始めた。

地域復旧を行う中，宮城県中古自動車再生部品卸協同組合理事長である平地社長より「被災自動車移動撤去処理」の相談が来ている旨の報告，相談が来た。

人命捜索，がれき除去を行うに際し「あたり一面に散乱している被災車両が通行を塞いでいるため処理活動に入れない」とのことで管轄区の宮城県，仙台市，岩沼市などと協議を行った。その他にも民間より被災車両処理についての相談が数多く来た。

4. 自動車解体業界の団結

そのような中，経済産業省や環境省より連絡を受けていた一般社団法人日本ELVリサイクル機構理事の方々が「SPN現地災害対策本部」へ来社。

現状視察ののち，都道府県対応を行いたいので協力してほしいとの打診があった。

SPN現地災害対策本部では，既に過去の経験から地域関係者と行政からの依頼スキームをどのように対応するか調整を行っていたが，ELV機構側の宮城県担当長がNGPグループの大橋理事長（㈱大橋商店社長）であったことから，SPN現地対策本部長の土門社長（㈱スーパーライン東北社長，㈱大晃商事社長）とのいろいろな協力関係の調整ができ，最終的に4月4日，NGPとSPNのメンバーの協力体制で被災車両移動撤去作業がスタートした。

この連携作業の成功の鍵は，以前名古屋で発生した大水害において「NGPグループ」として被災処理にあたった両氏並びにその他関係者各位が，NGPグルー

プにもSPNグループにも存在し，同じ経験を持っていることで作業への対応準備調整が迅速にできたことに他ならない。この2グループの段取りで他団体からの支援スタッフも復旧支援活動に専念することができた。

これまで，それぞれの自動車リサイクル部品販売グループはライバル関係ということもあり連携することはないと思われたが，今回の震災対応については「一般社団法人日本ELVリサイクル機構」という名のもと，NGP日本自動車リサイクル事業協同組合・SPNグループ･宮城県中古自動車再生部品卸協同組合･ビッグウェーブグループ・エコライン加盟店・東日本自動車解体処理協同組合・NPO法人JARA（全日本自動車リサイクル事業連合）・全日本高速レッカー事業協同組合・一般社団法人日本ELVリサイクル機構など，活動参加延べ人数約3,400名，使用車両延べ台数1,154台，参加事業者数181社という本当に素晴らしいボランティア活動になった。

写真―3　一時保管Ｂヤードより（6月17日）
（仙台市宮城野区蒲生八郎兵エ谷）

写真―4　車両引上げ作業より（4月11日）

5. 処理資金はない。車両処理置場がない

当初「東日本大震災被災車両引取り支援チーム」として活動してきた「SPN現地対策本部」が「一般社団法人日本ELVリサイクル機構対策本部」へ名称を変える中，様々な説明をしたにもかかわらず，行政である宮城県庁では県として発表した活動団体の名称が変わるのは困るなどの混乱が少々あった。

こちらとしては「SPN現地対策本部」よりも，より強力に且つ全国の自動車解体業が集結している内容を説明したが，当時の担当者はその中身がよく解っていないようだった。

加えて，処理費用について，多賀城市と打ち合わせしている事業者が「移動撤去作業を有料で行うことを決定した」が，宮城県では車両移動処理作業について処理資金は全く捻出できないため，宮城県としては逆に「スクラップで成り立つだろうから入札で処理業者を決定する」という話をされた。

もともと被災処理を事業とする意志はなかった私たちは，ボランティア活動の話をしているにもかかわらず，また，これだけ甚大な数の被災車両の移動撤去にどれだけの時間，人力とそれにかかわるコストがかかるのかも想像できず，この非常事態に営利の話をする宮城県庁担当者との話に愕然とし，当初から被災処理を打ち合わせしてきた仙台市，岩沼市と処理作業を開始した。

震災直後は，移動処理を行った車両を一時保管するまとまった場所がないことやルール，移動報告，監視員など様々な詳細決定が課題としてあったが，仙台市の担当であった山田氏は「自動車リサイクル法」を熟知の方で諸課題について献身的に行政側としてサポートして頂き，活動開始にこぎつけることができた。

政府からは各県に災害対策費を払っているということが度々報道され，私たちも行政から説明されたが，実際，各県の担当部署ではその資金はないという対応に縦割り行政を痛感させられた一面もあり，何のための税金なのか非常に不満に感じた事を覚えている。

6. 放射能を浴びた車両は引き取れない

仙台市，岩沼市の被災車両移動作業を展開する中，近隣岩手，福島県についての状況確認を行った。岩手県については岩手県庁と地元で対応しているとの連絡が入っていたが，福島県については，原発事故発生の問題で時間がかかっているとの連絡を受けていた。

その中で，被災後動き出した福島県の会員から放射

写真— 5　ボランティア集合写真

能を浴びた車両処理について「シュレッダー会社が引き取れない」との連絡があったことが報告され，引取移動処理した車両をどのように処理するのか懸案課題となった。

そこで私たちは急遽，海外で「放射能検査器」を購入するために仲間が出張輸入し，数十個の機器を持ち帰り，関連会社に使用してもらうことで対応した。

この放射能を浴びた車の処理は，その後業界で大きな課題となったが，福島県の多くの会社は水洗処理などを行うことになった。

7．おわりに（今後の準備）

今回の大震災においては，被災規模が甚大であり，業界をあげたボランティア活動は多くの困難に直面した。

しかしその結果，普段の事業では対立しているグループが「一致団結，協力体制」を構築できたことは最大の成果であったのではないかと考えている。

今回のような悲惨な出来事が将来起きないように願うが，しかし現実はわからない。

生死をかける事態については，業者間などの垣根なく相互協力することは当然のことであるが，その前に，私たち自動車解体に関係する業界各社は，「災害時協力支援協定」を結ぶなど，各地域行政と協力し災害発生時における対応方法をあらかじめ構築しておくことが今回の災害からの教訓であると思う。

また，こういった地域協定などを行う際には，県単位での対応にせず，該当地域の市町村担当者との体制作りが有効だと提言したい。

JCMA

［筆者紹介］
北島　宗尚（きたじま　そうしょう）
㈱ SPN
代表取締役社長

ずいそう

意外な程に冷静？

渡　邉　　　学

「X ○△▽？○」

誰かがドアを叩きながら何かを叫んでいるので目が覚めた。辺りは暗闇。枕元の時計を見るとまだ5時にもなっていない。寝ぼけ眼を擦りながらドアを開けると，ホテルの従業員の制服を着た初老の女性が，ロシア人にありがちな頑丈な体型に相応しい野太い声で，何か怒鳴っている。ただ事ではないと思った瞬間，きな臭いにおいが鼻を突き，「火事だ！」と気付いた。

2001年5月，中央アジア・カザフスタンのホテルに滞在中の私は，どうやら逃げ出した方が無難かなと思い，身仕度を始める。不謹慎な話ながら，これで帰国時の武勇伝が出来るかもとちょっと嬉しかった。あんまりきちんとすると，武勇伝としての緊迫感がないかなど思う余裕がまだあり，靴下だけは履かずにパスポートやタバコ等必要なものだけを身に着けて廊下に出る。当然，エレベータは止まっているので，10階の自室から非常階段を駆け下りていく。

5階まで下りてくると，その先は既に煙が充満しており，とてもじゃないが先に行けない。さすがに「ヤバいかな」とその時初めて感じた。仕方がないので，ドアが開放されているのが目に入った5階の客室に飛び込む。そこにはすでに先客が5-6人いて，窓から下を覗いている。たまたまホテル玄関の車寄せの上に大屋根が設置されており，客室の窓からその大屋根までの高さは約4 m。飛び降りるには高すぎるので，先客と一緒にベッドシーツとカーテンを結んで簡易ロープを作り，それを使って窓から下の屋根へ順番に降りていく。またまた良い話のネタが出来たと内心ほくそ笑む。

大屋根の上には既に相当数が避難してきていて，下をのぞきこんでいるが，流石に4階ほどの高さがありどうしようもない。幸いしばらくするとはしご車がやってきて，大屋根に梯子を掛けてくれた。「女・子供を先に降ろせ。」と皆で声を掛けあう（外人客が多かったようで，英語でみんな話していた。）。整然と避難をしていたが，突然初老の英国紳士（英語がそんな訛りだった）が「すみません。先を急いでおります。」と言いながら，横入りしてきた。やっぱり我ながら普通の精神状態ではなかったのだろう。『ああ，この人は急いでいるんだな。』と変に納得して私の番を譲ったが，よく考えたら私も決して急いでいなかったわけでは無かった。はしご車のはしごは決して使いやすいものではなく，高所恐怖症気味の私としては非常階段で一瞬煙に巻かれた時より，はしごを降りる時の方が怖いくらいだった。

ようやく地上に降りてホテルを振り返ると，火の手は見えないが煙は盛大に吹き上がっていた。愛煙家の私は緊張が解れてタバコを吸いたくなったが，周囲の避難客の誰も吸っていないのを見ると，流石に率先して火をつけることもできない。まずは持ち出した品の確認と思い，パスポート・タバコと来て財布を入れたはずのポケットを探ると，財布の代わりに夜食に買っておいたチョコバーが出てきた。自分ではあれほど落ち着いて行動したつもりだったのにと，ちょっと可笑しくなった。

そのうちどこかで一人がタバコに火を点けると，私のように火事場での喫煙に躊躇していた者どもが，一斉にタバコを吸い始めた。どこの国の人間も考えることは同じである。そして，ホテルだか消防だかが手配してくれたバスで，別のホテルに取敢えず収容され，そこから当時の上司に国際電話を入れて事情を説明。出張を切り上げ，いったん帰国することで了解を取った。

後日のBBCの報道によると，この火災で4名の犠牲者がでたとのことであった。幸い私自身はその日の午後，無傷の自室からすべての所持品を無事回収することもできたが，その報道を見るに結構紙一重のところであったのだと改めて思った。

しかしその場面・時点ではまるで自分が映画の主人公にでもなったような気がして，それなりに人間は落ち着いていられるものだとも思った。この以前にアフリカ駐在中駐在国でクーデターがあり，軍隊の検問を通るたびに機関銃の銃口をこめかみに着き突けられた時も，なぜだか自分は大丈夫だと思い，落ち着いていられたと思う。危険・危難に際してはまずは落ち着いて行動することが重要なのだと思うが，そのためには自分を客観的にみるべく，すべて映画の中の出来事と思うことが結構有効なのではないだろうか。もっとも，それ以来ホテルの高層階への宿泊は避けるようにはなった私ではある。

——わたなべ　がく　ヴィルトゲン・ジャパン㈱　代表取締役——

ずいそう

継続の大切さと責任

島田延昭

50周年を迎え更に，これからの50年に向け……「この道より，我を生かす道なし，この道を歩く」（小説家 武者小路実篤先生）自分に言い聞かす好きな言葉を信条とし…1966年原田商事㈱に入社，当時全社員7名の建設機械の販売商社に身を投じて現在46年間（以前関係他社4年間在籍）計50年建設関係業界に関わってまいりました。入社当時は，土木工事も機械化施工が取り上げられ時流に沿って取り組んでまいりました。当時は，地元島根県内と鳥取県西部を中心に活動し，機械ブームに後押しされ，寝る間を惜しんで商売が出来ました。その後，各県内に営業所やサービス工場等拠点を設け会社を拡張出来ました。当然競争相手も各地域に増えました。また，山陰地区にも遅ればせながら1977年（昭和52年）頃から建設業界も財務体質の面からもレンタル・リースの要望が高まり我が社も建設機械のレンタル・リース部門にも取り組み始め1983年（昭和58年）に㈱原商に社名変更し「売ります，貸します，直します」をキャッチフレーズとし事業を拡張してまいりました。更に建設産業従事者に必要な特定自主検査，運転に係わる特別教育，職長安全衛生教育等々，弊社3名のスタッフが専従し安全セミナー，技能講習を実施し地域の建設産業業界のお役に立てばと思い取り組み続けているところでございます。現在は，介護福祉商品のレンタル部門や更に拠点も東京営業所や鳥取支店へと拡張してまいりました。また関連会社として㈱サンテック（オフィス商品，家電商品，花木，イルミネーション），㈱ラビット（自動車の販売，整備，車検）等にも事業を拡張させております。

しかし，日本経済も1997年3月頃をピークに下り坂に転じ財政再建を目指した公的需要の削減，大手金融機関の破綻，社会補償制度や福祉政策も重要ですが，近年の超円高，エネルギー問題等，港湾施設や，橋梁等の耐震化への対策，私達の住む地域はインフラ整備が遅れ毎年のように道路，河川，港湾等の災害に遭遇，コンクリートが人命や地域を守る，また，山陰自動車道の早期全線開通等々と，しっかりした基盤整備が何より求められています。当然私達の建設産業業界も厳しい環境下に，生き残りを賭けた事業運営に取り組まなくてはなりません。

1947年（昭和22年）～1949年（昭和24年）団塊の世代の人達が戦後日本の復興，日本の企業を支えて来たメンバーが一斉に定年退職を迎え社会に大きな影響をもたらす，彼らの蓄えた技術や能力，人脈を失い会社の存続に不安を投じることにもなりかねません。そこで私たちの各々の会社の役職員，所属長，工場長等の責任が問われる訳です。いつも私は口癖のように，会社は私たちの「預かりもの」である，時が来たら部下に引き継ぎ更に発展，成長へと，係わる多くの人々から信頼される人を育て，後世に引き継ぐ重要な職務があり，その為にも数年前から，自分なりに思考錯誤しながら体制づくりの責任を感ずるところです。私達の関係するところでも，後継者が育ってないばかりに永年培われた会社を解散，倒産に追い込まれた企業も多くありました。存続する為に大切なこと…，その為の条件は，各社それぞれ異なることでしょう，利益を得るのも存続の条件だけど…　先ず地域社会に必要とされる企業に…　昔からの諺に，「企業は人なり」と教えられました。人材育成の責任の重さ…　更に，弊社これからの50年を…　社員同士，お得意先，メーカー及び商社，協力業者，関係団体企業等々，「絆」を更に強く，太くして取り組み会社存続の為の条件を共有し，社員を信じて我が社が地域業界に，いつ迄も必要とされる企業で在るが為に歩き続けたいと思います。

――しまだ　のぶあき　㈱原商　代表取締役会長――

CMI 報告

コンクリート構造物の塩害対策への取り組み

渡邉　晋也・谷倉　　泉

1. はじめに

我が国は島国であることから，海岸に面した場所に多くの人々が生活をし，多くのコンクリート構造物も臨海部に建設されている。これらの構造物では，海からの飛来塩分により，鉄筋腐食が生じ劣化が進展しているケースが多い。一方，山間部のコンクリート構造物においても，冬季には凍結防止剤の散布による塩化物の供給により，臨海部と同様の鉄筋腐食による変状も見受けられる。特に最近は塩害に伴うコンクリート片の剥落だけではなく，架け替えを余儀無くされるほど耐荷力や耐久性が低下した橋も見られるようになってきた。

このような現状を踏まえ，総合的な視点からコンクリート構造物の安全で合理的な維持管理をしていくことが昨今の重要な課題となっている。そこで本報では，コンクリート構造物の塩害対策に対する施工技術総合研究所（以下 CMI と称す）事例の一例を紹介したい。

2. 施工技術総合研究所（CMI）の塩害対策に対する取り組み

CMI は，その発足当初から「自らの頭で考え，自らの足で調査し，自らの手で試験」するという伝統のもと様々な，調査・試験・研究を行ってきた。すなわち，コンクリート構造物の塩害対策についても，構造物の供用環境や変場の発生状況等の現地の状況を自らの目で調査し，考えられる原因を推測した後，適切と判断される対策技術の妥当性を検討するための試験・研究を行ってきた。以下にそれぞれについて述べる。

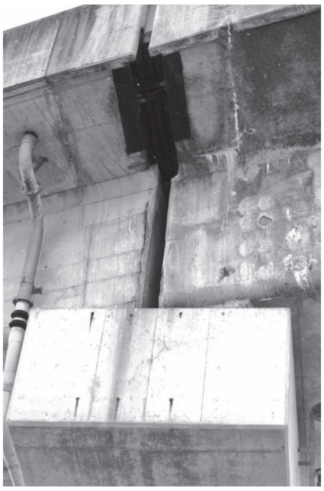
（1）現地調査

コンクリート構造物の塩害対策を検討する上で劣化がどの様なもので，主な原因が何なのか把握することが最も重要であることから，必ず現場に出掛けて調査を行うこととしている。これらの調査は，管理者からの依頼によるものだけでなく CMI が自主的に調査することが多い。調査事例を以下に示す。

写真―1 に RC 橋の劣化状況を示す。この橋は，鉄筋の腐食によりかぶりコンクリートがほとんど剥落するなど，塩害による劣化が顕著な橋であった。この橋は調査後に架け替えが行われ，現在は新しい橋になっている。**写真―2** は PC 橋の例である。この橋は塩害対策として表面被覆工が実施されているが，コンクリート中の内在塩分が十分に除去されていなかったことから，再劣化が生じ，表面被覆材ごと剥落を生じている。この 2 橋は海岸に近いところに建設されていることから，飛来塩分を主要因とした劣化である。**写真―3** は山間部に施工された橋梁のジョイント部からの漏水に伴う桁端部の塩害劣化状況である。この塩害は凍結防止剤の散布による塩分の供給とジョイント部の止水構造が破損したことにより，桁端部を劣化させてしまった事例である。このような現地調査を踏まえて，今後どのような技術が，その橋に定期した対策となりうるのか，橋の構造や供用環境，アセットマネージメント等を考慮しながら，塩害対策技術の研究を

写真―1　RC 橋の塩害劣化

写真―2　PC 橋の塩害再劣化



写真─ 3　ジョイントからの漏水による塩害

行っている。

(2)　海外における塩害対策の調査

コンクリート構造物の塩害は我が国固有の問題ではなく，広く世界共通の課題である。このような認識のもと，CMIでは，海外の塩害対策についても適宜，技術交流や調査を行っている。以下に最近の事例について紹介する。

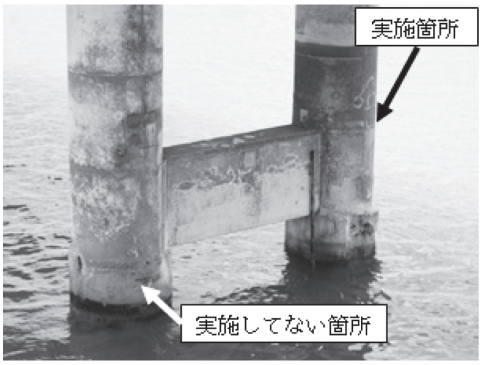
2010年には，米国の塩害対策研究で有名なフロリダ州交通局（State Materials Office, Florida Department of Transportation）と意見交換を行った。この機関の任務は，使用材料の品質基準を定め，各地区が直面する材料関連の問題解決のための技術指導と支援を行い，現場において連邦政府ならびに州の指針及び手順に沿って適切な対応がなされているかどうかを監視することである。フロリダ州にはフロリダ半島先端のOverseas highwayにSeven Mile Bridge（**写真─ 4**）を代表とする大小42の橋梁が建設されており，これらの橋梁は，飛来塩分による鉄筋コンクリートの劣化問題を抱えている。

この機関への訪問では，電気防食と錆びない鉄筋について意見交換を行った。

写真─ 4　Seven Mile Bridge

電気防食は，近年日本においても適用事例が増加している。Overseas highwayでは1989年に初めて犠牲陽極タイプの電気防食が実施されている。ところがフロリダ半島は熱帯性気候という極端な環境条件のため電気防食の効果は通常の5年～8年ほど短いという結果が得られたことが報告されている。このことから，電気防食適用時の寿命設計をどうすべきか等の研究が実施されていた。また，各種電気防食工法の中で最も着目されていたのは亜鉛メッキ溶射工法であった（**写真─ 5，6**）。この工法は，塗装と同じような考え方で，亜鉛メッキが傷んだら，再度亜鉛溶射を実施して対応しやすいなどの理由から適用される例が多いとのことであった。

写真─ 5　亜鉛溶射の施工状況



写真─ 6　施工実施状況

錆びない鉄筋に関しては，一般にエポキシ樹脂被覆鉄筋が用いられることが多いが，フロリダ州では防食効果が小さく，劣化した経緯があるためエポキシ樹脂被覆鉄筋の使用が禁止されている。このエポキシ樹脂被覆鉄筋に代わる材料として，ステンレス鉄筋，ステンレスクラッド鉄筋，デュアルコーティング鉄筋などの研究が実施されていた。また，コンクリート系材料の新素材も開発され，その素材の耐塩害性についての検討も行われていた（**写真─ 7**）。

写真—7 試験状況

CMI では，国内はもちろんのこと，海外の研究者との交流の継続により，経済的で効果的な技術や材料の開発，適用に貢献したいと考えている。

(3) 施工技術総合研究所における塩害対策研究

現在，CMI は東海大学と共同研究を実施し，亜熱帯海洋環境下における鉄筋コンクリートの塩害対策についての検討も行っている。試験体の曝露場所は，沖縄県の西表島にある東海大学沖縄地域研究センター内の桟橋である。この曝露場所に，ステンレス等の各種鉄筋を埋設した試験体を曝露し，腐食の進展状況に関する研究を行っている（**写真—8**）。

写真—8 曝露試験状況

また，CMI 所内には複合サイクル試験機などの試験装置を導入し，促進試験で各材料の性能を検討する

写真—9 複合サイクル試験機

と共に，実環境との比較試験等も実施している（**写真—9**）。

この他にも，塩害対策として，コンクリートへの塩化物イオンの浸透を抑制するシラン系含浸剤の性能評価試験や，塩害劣化でかぶりコンクリートが剥落した後の断面修復に用いる材料の性能評価試験，**写真—3** に示したような塩害劣化を生じさせないためのジョイントの止水性能評価試験等を行っている。

3. おわりに

本報では，コンクリート構造物の劣化損傷事象の一つである塩害に対して，施工技術総合研究所が日頃から行っている研究活動について記載させていただいた。本研究所では，塩害対策以外にも凍害や疲労などによる劣化，損傷対策についても様々な研究を実施している。

今後も，社会のニーズを踏まえて研究テーマを柔軟に設定し，試験設備や人材の充実を図るとともに，中立的な立場から真に求められる材料や技術の評価，研究，開発に貢献していきたいと考えている。

JCMA

［筆者紹介］

渡邉 晋也（わたなべ しんや）
一般社団法人 日本建設機械施工協会
施工技術総合研究所
研究第二部
研究員

谷倉 泉（たにくら いずみ）
一般社団法人 日本建設機械施工協会
施工技術総合研究所
研究第二部
部長

部会報告

ISO/TC 127（土工機械）2012 年 3 月フランス国パリ西郊 クールブヴォア市での国際作業グループ会議報告

ISO/TC 127/SC 2/WG 9（ISO 20474 安全性）会議　及び ISO/TC 127/SC 3/WG 11（ISO 12509 照明, 信号, 車幅などの灯火及び反射器）会議　及び ISO/TC 127/WG 8（ISO 10987 持続可能性）会議

標準部会 ISO/TC 127 土工機械委員会国際専門家（Expert）
砂村　和弘（日立建機），出浦　淑枝（コマツ），小倉（事務局）

2012 年 3 月上旬に，先月に引き続き，国際標準化機構 ISO/TC 127（土工機械専門委員会）の国際作業グループ会議が，欧州で順繰りに開催され，協会標準部会 ISO/TC 127 土工機械委員会から国際専門家（Expert）として出席の各氏の報告を紹介する。

なお，今回の会議は，フランス国パリ西郊クールブヴォア市の La Maison de la Mécanique（機械会館）の会議室などを，同所に入居し今回会議のホスト役の CISMA（フランス建設・荷役・製鉄機械等工業会）から無償で提供いただいての開催となった。

また，ISO 国際標準化に関しては財団法人 JKA からケイリンの補助金を得ており，事務局の出張旅費，国際 WG 会議前の国内委員会開催などをご支援いただいている。

1.　ISO/TC 127/SC 2/WG 9（ISO 20474 安全性）国際 WG 会議出席報告

1.1　開催日：平成 24 年 3 月 5，6 日

1.2　出席者：

米国 4：Dr. ROLEY，Mr. CROWELL（Caterpillar），Mr. NEVA（斗山／ Bobcat），Mr. MERFELD（Terex），フランス 2：Mr. JANOSCH（Caterpillar France），Mr. CLEAVELAND（CISMA），ドイツ 1：Mr. RUF（Liebherr），英 1：Mr. BAKER（JCB），スウェーデン 2：Mr. NILSSON（Volvo），Mr. LEUFSTADIUS（SIS スウェーデン規格協会），日本 2：砂村（日立建機），出浦（コマツ）

計　12 名出席

・WG コンビナー（主査）兼 PL（プロジェクトリーダ）：上記 NILSSON 氏

・WG 幹事：上記 LEUFSTADIUS 氏

1.3　主要議題，議決事項，特に問題となった点及び今後の対応についての所見：

＜概要＞

（土工機械の機種別安全性規格 ISO 20474-1 ～ -13 から各国規定によって例外となる部分を列記する）第 14 部 ISO 技術仕様書 TS 20474-14 の各国規定を減らすという大義を掲げて審議開始したものの，個別に要求を見てみると，やはり各国当局の要求は変更できない。結局のところ，欧州規格 EN 474 の改正に沿って内容更新し，中国規格の推奨項目は「推奨」と注記することに落ち着くものと思われる。

1.3.1　主要議題

(1) 改訂の目的（ROLEY 議長より説明）

・これから安全規制・規格を導入する国でそれぞれ別の規格ができないように，EN 474 をもとに ISO 20474 を制定し，中国，ロシア，インド，ブラジル，チリ，アルゼンチン等に ISO 20474［主要な部分は JIS A 8340（土工機械－安全性）シリーズとして国内規格化，又は準備中］を紹介してきた。

・今次改訂作業では第 14 部にまとめた各国要求を減らすとともに，安全要求レベルを 2 段階規定したい。新興国が本規格を導入しやすいように，レベル 1（新興国レベル）とレベル 2（日米欧レベル）を想定している。

(2) 改訂に関する参加者コメント

・既にいくつかの ISO でも要求事項を 2 段階持つものがある（EMC 電磁両立性，FOPS 落下物保護構造など）。

・第 14 部の項目をなるべく減らして，第 1 部に具体的に盛り込むことは，設計者がいちいち二つのパートを見比べる必要がなくなるので助かる。

・本日参加しているようなグローバルメーカは技術的には供給可能なのに，安全規格の中に異なる安全レ

ベルを規定してよいのか悩ましい。しかし地域ごとに安全レベルがちがう機械を販売しているのも現実である。

・技術レベル・文化的要求が異なるために2段階を規定するというなら，ローカルメーカの意見も聞く必要がある。

・EN 474の改正内容も考慮すべき。現在，EN 474-1の提案用草稿ができたところで，-2から-13を6ヶ月以内に作成し，正式に改訂作業が開始されてから36ヶ月はかかる見込み。早くても2016年発行か？この日程を鑑みると，ISO 20474改訂に着手するのは早すぎるのではないかという意見も出た。

(3) ISO 20474-1（＝JIS A 8340-1 土工機械－安全－第1部：一般要求事項）を以下の観点で一通り見ていく

① EN 474-1改正案を取り入れられる部分は入れる。EN 474-1改正案が変更されたら，随時見直す。

② ISO 20474-14から-1に移動できるものは移動する。

③中国規格で「推奨」とされている（「義務」でない）項目には，“NOTE: Optional for Level 1”とする。ただし，これは後で再考する。

・General requirements（一般要求事項）

－ Routine maintenance（日常保全）はISO 2867（＝JIS A 8302 乗降用，移動用設備）に規定されたのでISO 3457（＝JIS A 8307 ガード）引用は不要。

－“effect of mud…”（乗降用，移動用手段は，“泥による影響”を最小にするように）はEN 474改正案同様に削除。泥だけではなく，雪なども考慮すべきなので（付記：雪なども考慮すべきならその旨の表現にすべきではとも考えられる）。

－ -14のうち，ASで規定される項目は削除可。オーストラリアはISOが改訂されたら，順次，そのままASとして採用する方針を決めたので。

・Access to articulated machines（車体屈折式機械へのアクセス）

－“a minimum clearance of 150 mm for the lower limbs”（車体屈折のかじ取りを最大にした場合……最小隙間は，下肢を挟まないために150 mm以上）の意味がわかりにくいので，“a minimum clearance of 150 mm for access”に変更する。

・Machinery requirements（機械の装備）（キャブの装着可能性の要求に関して）

－ Ride-on machine（搭乗式機械）に限定する。

－“adverse weather conditions”（厳しい気候条件）気象以外の条件も考慮して，“weather or operating conditions”としてはどうか？

－（不健康な環境下での機械使用に関して）“negotiated between manufacture and user”は規格としては不要（付記：JISでは和訳せず）。

・Pipes and hoses（配管及びホース）

－ EN474改正案にならい，キャブ付き運転席の箇条に移動する。キャブのない機械については被加圧部の箇条参照。

・Climatic conditions（耐候性）

－視界性確保のために必須ならば，窓の霜取り装置は必須にすべきだが，EN 474の記載が固まった後に再考する。

・Alternative opening（Emergency exit 非常口）

－非常口の標識例としてIEC 61310-1が引用されているが，ISO 7010（日本提案の非常口の表示図記号が含まれている）を引用すべき。

・Heating and ventilation system（暖房及び換気装置）

－ EN 474改正案にならい，Heating system（暖房装置）とventilation system（換気装置）の項に分ける。

－ Heating system（暖房装置）はISO 10263-2（運転室内環境－第2部：空気ろ過エレメント試験方法，＝JIS A 8330-2）適合のみとし，他の条件は削除する（付記：-2はフィルタエレメントの試験だけ，暖房能力ならISO 10263-4“運転室内環境－第4部：運転室暖房，換気及び空気調和（HVAC）試験方法及び性能”で評価）。

・Defrosting system（デフロスタ）

－ EN 474改正案は本項を削除しているが，Demisting systemデミスタを追加の可能性も含めて再考の余地あり。ただしDemisting systemを追加する場合は試験方法を作成要。

SAEでDemisting systemを検討中なので，流用できるかもしれない。NEVA氏が調査。

・Doors and windows（扉及び窓）

－ EN 474改正案「ISO 5006適合のために直接視界が必要な場合に後窓に電動式ワイパ及びウォッシャを備えなければならない」に対しては異議が出て保留（付記：現行ISO 20474-1では無条件で後窓にもワイパ及びウォッシャを要求しているので，直接視界が必要な場合という条件付けに対する論議，砂村氏メモ参照）。

・General（Operator-protective structures）（運転員保護構造／一般）

－ EN474改正案にならい，“Earth-moving machinery shall be equipped with a roll-over protective structure (ROPS). The ROPS shall comply with

ISO 3471"（土工機械には，転倒時保護構造ROPSを備え付けなければならない。ROPSはISO 3471（＝JIS A 8910）に適合していなければならない。）とする（付記：現行ISO 20474-1では（ショベルの）ISO 12117-2（JIS A 8921-2）も併記，砂村氏メモ参照）。

・Dimensions（(座席の）寸法）
 − EN 474"comply with（～に応じて，～に従って，～に適合して）"，ISO 20474"in accordance with（～に従って）"のちがいがあるが，ISO 20474を修正するか？ 米国英語ではin accordance withはそっくりそのままでなく，多少のリスクも含めて準拠するというような意味がある。ENの中でも項目によって"in accordance with"が使われている部分があるので，使い分けの意味について確認後，再検討する。日本語に翻訳する場合も多少考慮が必要。（少なくとも私自身はちがいをあまり意識していなかった）（付記：ISOでは米国英語でなくて英国英語になる）

・Vibration（(座席の）振動（伝達特性））
 − ISO 7096（＝JIS A 8304運転員の座席の振動評価試験）適合要求をSuspended seat（サスペンションシート）に特定できるよう，"If provided, suspended seat（サスペンションシートを装着する場合は）"を追加する。サスペンションなしシートにはISO 7096を要求しない。

・Instructor's seat（指導員用座席）
 −「ISO 13459（補助席）適合のこと」を追加する。

・General, Operator's control and indicators（操縦装置及び計器類／一般）
 − EN 474「i）操作位置が2箇所以上ある場合の要求事項」をISO 20474に追加する。

・Starting system（始動装置）
 − EN 474にならい"Starting/stopping system（始動／停止装置）"とする。
 − EN 474にならい"against unauthorized use（無許可の使用の防止）"を追加する。

・Pedals（ペダル）
 − ISO 20474では編集者が"motor vehicle"を"vehicle"に変更してしまったので，"motor vehicle"に戻す（付記：JISではいずれにしても"自動車"と和訳，クラッチ，ブレーキ及びアクセルの配置は自動車同様とすべき旨規定）。

・Operating instrumentation（操作盤）
 − ISO 6011（＝JIS A 8336表示機器）は安全色については規定していないので，"Safety"を削除して単にISO 6011に従った"色彩"とする（付記：現行ISOのむしろ誤記で，JISでは修正済み）。

・Controls of pedestrian-controlled machinery with handle bar（かじ取り棒つきハンドガイド式機械の操縦装置）Hold-to-run control（ホールド・ツーラン制御装置）
 − EN 474改正案に新規追加されたので，ISO 20474に追加する。

・Brake system（制動装置）
 − -14日本要求は，ほとんどの場合ISO 3450適合で満足するので，-1に追加しない。
 車検要求はEN 474およびISO 20474では触れない（付記：国内保安基準の大形特殊車両に対する停止距離の要求はISO 3450よりも厳しく，欧州基準に基づく国際標準にこれを反映させるのは難しいと思われるが，国内の古い基準の緩和も説明困難と思われ，今後とも問題として残ると思われる）。

・Visibility（運転員の視界）
 − EN 474改正案にISO 16001（＝JIS A 8338危険検知装置及び視覚補助装置）が追加されたので，ISO 20474にも追加する。
 − EN 474改正案にProvision（e.g. sun visor, tinted glass）shall be made to reduce glare through the front and, if relevant, rear window（e.g. backhoe loader）.［前窓及び妥当であれば（例：バックホウローダ）後窓を通してのまぶしさ（による見えにくさ）を低減するための手段（例：サンバイザ，着色ガラス）を用意しなければならない］が追加されたので，ISO 20474にも追加する。Provisionはメーカオプションで用意すればよいという意。

・Lighting（照明，信号車幅などの灯火，及び反射器）
 − EN 474改正案の変更どおり，ISO 20474を変更する（付記：内容要確認）。

・Warning devices（警笛及び安全標識）
 − EN 474はホーンの音量を93 dB要求しているが，根拠不明につきISO 20474は変更しない［付記：現行ISO 20474-1＝JIS A 8340-1でも93 dB（A）以上を規定］。

・Stability（安定性），Object handling（荷扱い）
 −日本の要求［付記："移動式クレーン構造規格"に適合する機械を除き，土工機械を使用する荷のつ（吊）り上げは，法令によって用途外使用として禁止されている］はISO 20474に盛り込まない。

・Lifting device(s) for object handling

－ EN 474 Annex E を ISO 20474 に追加する。
・Requirements for noise reduction（騒音低減）
－ EN 474 の NOTE 2 までを ISO 20474 に追加する。ただし騒音指令と機械指令を合体させる案があるので（6 月に会議予定），その結果を待って再考要。余談だが，EMC 指令も同様の動きあり。
・Emission sound pressure level at the operator's station（運転員位置における放射音圧レベル）
－現行 ISO 20474 は運転員耳元騒音 85 dB 以下を推奨しているが，むしろ EN 474 の情報提供の要求を踏襲し，「70dB を超えたら取扱説明書に記載する」を追加する。
ここで時間切れとなり，以下のみ確認された。
・Attachments and attachment bracket（アタッチメント及びクイック着脱装置）
－ EN 474 改正案は Annex B を本文に移動するので，ISO 20474 も踏襲する。

1.4 次回までの宿題：なし

1.5 共通的問題点・所感：

・今回の改訂作業の目的は明確で，PL（Nilsson 氏）の進行も手際よく，気持ちよく議論できた。PL は進行に徹し，書記は幹事（Leufstadius 氏）が確実に行う方式もよかった。
・次回までに第 14 部の日本の要求事項を削除可能か（パート 1 で包含されるか）再確認要。日本の個別要求のうち，車検要件は削除すべき。欧米も車検要件は記載されていないため［付記：車検要件はむしろ ISO 17253（公道回送－設計要求事項）で扱うべき，ただし，車検の必要となる可能性のある機械がもともと適合しなければならない法令の技術的要件は削除困難か］。

1.6 次回開催予定：（開催年月日，開催国及び都市名）

12 月 3 日の週，ローマまたはマイアミ。ISO/TC 127/SC 1/WG 5（ISO 5006＝JIS A 8311 視界性改正）と連続して開催予定。

＝＝砂村氏その場メモ（報告用に表現は手直し）＝＝

会議結果概要

1．EN 474 が改訂作業中なので，これの成立を待って（取り込める変更点は）取り込む。と，合意したところで，Ruf 氏から「EN 474 の改訂にはもう少し時間がかかるから，この会議自体が時期尚早。」と言われたので，次の会議まで少し時間をあけることとした。次回は 12 月。

2．Roley 博士（ISO/TC127 の国際議長）が，今年初めに上海に呼ばれて，中国の建設機械関連団体の会議で ISO 20474 の説明をした際に，今の ISO 20474 は「全部は必要ない。」と言われたそうです（本人説明）。そのため，今の ISO 20474 のうち，先進国向け厳しい安全要求クラスと「中国や南米向けの，安売り機械用割引安全要求クラス」に分けて Try to make single safety Grovel standard ！という趣旨説明があり，Roley 博士の「試案＝私案」も見せられたが，今回はこれについては個別に話し合っている時間がなかった。方針合意のみ。（砂村個人感想。①シングルスタンダードといっても，その中に二つのクラスがあることは，FOPS 規格のようなものにはありえたが，国ごとに 2 段階えらべるという階層が果たして ISO 中央事務局にみとめられる構造なのかは疑問がのこる（ISO では，圧力容器など国別・地域別の整合化が困難な場合に単一の ISO 規格で包括的な規定を設け，その下に複数の TS をぶら下げるアンブレラ規格という事例はある）。この事情は ISO 13766（＝ JIS A 8316 電磁両立性）での論議と同じである。疑問は残るが趣旨はわかるので賛成した。②そもそも，中国で Roley 博士がそういわれたとしても，ISO 20474 は強制規格としてすでに，中国で発布済みで，彼らの"最新の技術"もすぐに追いついてくるのではないか。③欧州向けの豪華な機械では中国現地産機と値段で対抗ができないという事情から「作り分け」をする根拠規格を作る必要が先進国側にでてきた。ISO 20474 がそのような役目を負うとは 10 年前には"誰にも"想像もつかなかった。Roley 博士は「途上国に良い指針」になるだろうと最初からいっていたが。）（付記：2003 年の JTLM（日米欧工業会技術交流会）で日本が JIS A 8340 シリーズなど C 規格作成を紹介した際に，米国 Bobcat の Kielb 氏から（最終的に世界統一基準によるグローバル商品化を目指す交流会の目的に反するとして）語気を強めて「われわれはなぜここにいるのか」と指摘され，結論として EN 474 に基づく ISO 20474 を作成することとし，同時に UNECE（国際連合欧州経済委員会）/WP 6（技術規制協調及び標準化政策に関する作業部会）に CRO（共通規制目的）として ISO 20474 適用を提案した。ただし，その後の ISO 20474 審議過程で，法令などでの要求によってどうしても現時点では国際整合化が困難な部分を TS 20474-14 として分離した経緯がある。このことを考慮すれば，中国などの国情に配慮する必要はあるものの，それを TS

20474-14 で「中国の国家規定」として扱えば良いと考えられるのに，なぜ ISO 20474 で二つのクラス分けに進めようとするかという点に根本的な疑問を感じる。）

３．TS 20474-14 の中にいわば「封印」された日米欧の地域要求は，手続き上時限切れになりいずれは消える運命である。その中で ISO 本体に移植して残せるものは残そうと NILLSON 氏から提案があり，今回の会議ではほとんどこれに時間が使われた。もともと本体にいれられないから，別の箱に入れて「封印」したのであって，ほとんど復活はできないことを２日間かけて話し合った（付記：以前，TS は存続期間の制限があったが，ISO の上層機関である TMB（技術管理評議会）の決議 20/2008 によって「TS は３年ごとの定期見直しとし，存続期間の制限はない。」旨変更されており，ただし，「この見直しの目的は，TS の発行に至った状況を再検討し，可能であれば，TS に代わる IS の発行に必要な合意を得ることにある。」とされているので，上記認識とは状況が異なっている。また，JIS A 8340-1 改正に際して，多くの EN の規定を取り入れており，日本の立場からどうしても ISO との整合化困難なのは，車輪式機械の停止距離（ISO 3450 の方が国内の保安基準よりも停止距離が長い）及び荷扱い（もっともこれは機械に対する要求というよりも使用に関する制限）程度ではないでしょうか？）。

（会議後の感想）：やっぱりこの ISO 20474 というのは何の役に立つのかが，わかりにくく，したがってどうやってまとめたらよいのかも難しい規格だなあと，強く感じました。10 年前に作成を提案したものの一人として。（2000 年にリオの総会の場外で，当時の ISO/TC 127 国際議長の Rittebusch 氏に相談を持ちかけて，「まとまらないよ。」といわれて断られた，その瞬間が今でもよみがえります。）――――しかし，「BRICs 向け安売り機械用・割引安全規格を作ろう。」なんて考えているのは，全ての ISO や IEC でここ（TC 127）だけじゃないでしょうか。

以上

・Roley 博士の経緯説明。前回の規格作成時の UNECE/WP 6 の後押しの事。（以前のコンビナーの）Mimer 氏（Volvo）が前回作成時はたらいてくれた事。ISO 20474 は TC 127 の持っている 100 の個別安全要求規格を包括しているので，これをもって安全な機械であると宣言できる。中国では全部は要らないといわれた。騒音と振動は TS 20474-14 にあるが，ISO 20474-1 に移動してよい。ただし，油圧ショベルはサスペンションシートなしで十分だよね。制動装置そのものは一般要求でいいけど，二次制動装置で２重構造にするのは，新興国ではいらないのでは（付記：別に２重構造にしなくても HST に主制動装置の機能・能力をもたせ，油圧が失われた際に作動する駐車制動装置に二次制動装置の機能・能力をもたせるという方法もありうるから Roley 博士の見解は疑問）。と，ちょっと早口で 30 分はなしがあり，先進国の合意した一般要求と新興国向けの現状を考慮した安全要求の２重構造にすることが提案された。ここから議論がスタート。

・Ruf 氏：オフィシャリーに安全要求を２重に分けるのは安全の立場から反対（今回欠席のドイツの規制機関 BGBau の Hartdegen 氏を代弁したように私には感じられた）。

・出浦：グローバルに二つのレベルがあったのでは設計者が自分で選んで機械を作らなくてはならなくなってしまう。――砂村：２重構想にするとフレキシブルになる反面設計者の自己責任も増えるんだ。だけど，中国もすぐに追いついてくるのでは。でも，安全要求に２レベルある例はあるよ，FOPS とか。――Janosch 氏：安全要求に差をつけてよいわけがない。どっちも同じ人間の命だ。――Crowell 氏：でも安全要求のレベルが先進国と振興国で違うのが現実だよね。――Roley 博士：Cultural expectation of safety が国によって違うのが現実だ。（Roley 博士の言うカルチャーはかなり差別的な米国人気質を感じさせるのは私だけか？だいたい彼らは，歌舞伎のことをカルチャーとは呼ばない。）それはそうとして。――

・ここで Roley 博士が，私案を出して ISO 20474 の１箇条ずつを見直そうと提案。Ruf 氏が，EN 474 の改訂前にいくら文面をいじってもどうせやり直しになるから無駄だよと突っぱねる。そこで，Roley 博士がいまの prEN 474 最新版をベースに話し合おうと提案。（ほんと，ああいえばこういうという連中。）

・乗降用，移動用設備の文面のなかで“日常保全”の定義は ISO 2867（＝JIS A 8302）の中で Mark Ireland 氏（今回欠席，JCB）が定義したと，砂村が指摘。車体屈折式機械の，はさまれ対策要求の 150 mm 最小隙間は本来 ISO 2867 に入れるべきだと Crowell 氏が指摘。

・取説保管場所は，前回は欧州地域的要求としたが今

回は必須の要求事項とすることにした。Crowell 氏いわく，やるしかないだろう（I agree. と言った）。

・非常口の絵は ISO 7010 を使うことにした，Roley 博士の決裁。（もともとの EN 474 が IEC の非常口の絵を引用しているが，これはもともと日本の提案。ISO 15998 の件で IEC のコピーをかってにしてはいけないと言われた Roley 博士の気持ちは良くわかる。ただし，この IEC の非常口の絵は，IEC で合意される前から「万民の無料での使用」を日本が認めているものなのだが，そんなことを説明するだけの資料の持ち合わせがいまはないので，黙っていた。個人的宿題。）

・次にデフロスタなど ISO 10263（＝JIS A 8330）シリーズ（運転室内環境）関係の要求を話し合ったが，もともと EN 474 のなかに ISO 10263 に対するいろいろな補足があったのは，前回の ISO 10263 の改定でその中に組み込まれたから，全部いらなくなり，ISO 10263 だけでいいのではとなった。（こういうふうに，ほかも進めばよいのだが…。）

・後窓用ワイパの要求だけで 30 分。第 1 部（一般要求事項）で原則必要とすると，数種類の機械で不要ということになる。逆に第 1 部で要求しないと，数種の機械で要求を必要とする。どっちがスマートか？　とにかくショベルと固定フレーム式重ダンプトラックはいらない。

・ISO 12117-2（6 トンを超える油圧ショベルの転倒時保護構造 ROPS）を ISO 20474-1 で入れておくか，ISO 20474-5（油圧ショベルの要求事項）で入れるのか，どちらにしても要求事項として入れよう，ということになった。Ruf 氏が反対するかと思ってみていたら，彼は黙っていた。敵に確認するほどの義理は無い。

・砂村が「前の箇条でレベル 1 かどうか合意したか聞き漏らした。」と問いかけたところ，全ての章段で，Optional for Level1 かどうかは後日まとめることにして，いまは，ほって置きにするのだと言われた。私の英語力の限界を感じた。（こういう 2 分間の英語理解不足の後戻りが二日も話していると 100 回ぐらいあるので，本当に国際会議は疲れます。）

・（ここから二日め）シート振動の制限の件：Roley 博士：ISO 7096（＝JIS A 8304）自体改訂中だから，ここでは ISO 7096 の補足をいろいろ考えてもだめ。ただし，とにかくショベルとスキッドステアローダはサスペンションシートはいらない（と，ISO 7096 で決める方向だそうである。）（砂村としてはよいことだと思う。ショベルは全身振動が少ない機械だし，スキッドステアローダは 1 日中乗るようなものじゃない。）

・シートベルトに関してはベルト自体が SAE で決められているので SAE を引用しないと，ISO だけでは話が完結しない。前々からの問題（ISO/TC 22 ＝自動車が何とかして欲しい）。そのままとする。

・スタータパンツの件：スタータモータにドライバーを当ててスタートするのを防止する樹脂カバーを，スタータに履かせるのは MSHA の要求である。Crowell 氏。もともとは，泥棒よけというよりもむしろ，スタータキーを忘れたオペレータがそうやって始動しようとしたときに，ショートしてしまうことへの安全上の防止の意味だそうだが，いまどきの機械ではそうやっても機械は動かない。ナンセンスな要求だと砂村が指摘した。ナンセンスでも MSHA の要求だからやらせようとだいぶ米国勢がひっぱっていたが 1 時間論議の末，Crowell 氏が折れてくれて書かないこととなった（疲れた）。

・（Roley 博士も，このまえの最高気温－15℃のフランクフルトはこりごりだそうで，次回 12 月の会議はマイアミにしよう。）（操縦装置及び表示用）識別記号（図記号）のところで，shall follow という動詞と see という動詞で，どちらも命令としてつかう場合の意味の違いが，論題になっている。

・改定案 prEN474-1 にはホールド・ツー・ラン（tod mann shaltung）が 要求にはいっている。もちろんハンドガイド式機械の場合。これは良いこと。一同賛成なのだが，Crowell 氏がローラにいれれば十分と発言するので，砂村がミニローダもあるといった。むむむ。

・次回会議：2012 年 12 月～場所はマイアミ又はローマ。とにかく暖かい場所にしよう。Roley 博士。———砂村が前々から言ってるハワイはどうかい。と Crowell 氏。———それはない。と Roley 博士。

・バックアップアラーム（後進警笛）について：これは OSHA の要求。決まりとしては「後方が視認できにくい場合には」という明文化された要求であるが，視認しにくい条件があいまいなため，実情としては建設機械には全車つけている。さすがに，欧州も日本も今度からつけますとはいかないので，地域要求であることを注記にして残すような備忘録的な残しかたを考えることにした。

・後部反射器について：ISO 12509（照明，信号，車幅などの灯火及び反射器）で要求されている反射器は欧州の地域要求であるけど，タイヤ式機械は実質全部ついているから，基本要求に残すこととした（付

記：タイヤ式であれば公道走行のための要求事項となるが，それでよいか？）。もちろんISO 12509の適用表の範囲で。ゆっくりこれでいいか，検討が必要。

・前進警笛の音量要求について：93 dB要求は機械指令からきている地域要求。いっぽう，ISO 9533（＝JIS A 8327機械装着前後進警笛）では周囲騒音＋10 dBとなっている。今のISO 20474には＋10 dBは書いていない。いろいろ話し合ったが，93 dBは要求しないこととした（付記：現行JIS A 8340-1では93 dB規定しているが，電気駆動～ハイブリッドなどで静音化すれば不具合となる可能性があるので…）。

・今回の会議の出席者は大方前回のメンバーなので，現行のTS 20474-14のなかの地域要求をISO 20474-1に入れろという，いわゆる「綱引き」をしてもしょうがないとわかっている。また，ISO 20474はいちおう成立はしたものの，米国ではMSHAが，日本では厚生労働省の構造規格が，欧州では機械指令がそれぞれ優先で，ISOは参考規格でしかない現状からも意地になって綱引きをする必要がないのを知っている。

・荷扱いについて：アームにもホースラプチャーバルブ（配管破損時の降下速度を制限する）が要るというEN 474の変更点は，まだよく読むと文章が不完全でちゃんとしていない。これについてはEN 474がかたまるのを待つことにした。つるかどうか（付記：日本ではクレーンとしての装備をしないと，原則として用途外使用となる）は別として，つり具の安全要求は米国もフォローしたいとの事で，移植することとした。

・騒音に関する，EN 474のかきかけ文は，耳元騒音と機械周囲騒音のことが混同したままの文章で読むに耐えない。これもEN 474が成立するのを待って，それまではいまのままとすることとした。

・prEN 474では騒音低減の要求事項が注記のところに書いてあり，読むに耐えない。しょうがないので，機械指令へ戻って，そのなかで取説へ耳元騒音を書く条件をよく読むとこれも，変である。耳元騒音が85 dBを越える場合は絶対書きなさい（これは前と同じ），エネルギーノイズ（周囲騒音）が80 dBを超える場合は書いたほうが良い（これはおせっかい），となっていて，しゃきっとしていない。

・クイック着脱装置はISO 13031（クィックカプラ）を引用する（これは良い事。実質的進歩）。

・ハンドガイド式機械は最高速6 km/h。もし後方に運転者が立つならば，2.5 km/h以下。（良い加減だと砂村は思います。）

・いわゆる「新機械指令対応」で，取説の要求事項がずっと細かくなっている。こまかな話なので，今回は審議しなかった。後日審議が必要だが，所詮取説の内容の話。

・prEN474最新版に昇降式キャブのスピード制限要求あり。平常運転時は0.6 m/sec以下。ホースラプチャー時は0.4 m/sec以下。（これでも早すぎるくらいだと砂村は思います。）

・今日の結果の案文は回覧します。LEUFSTADIUS氏。

・NILSSON氏：次の会議では－1（土工機械－安全性－第1部：一般要求事項）だけでなく，第2部～第13部（土工機械の各機種別要求事項）も話し合いましょう。

以上

＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝

2. ISO/TC 127/SC 3/ WG 11（ISO 12509土工機械－照明，信号，車幅などの灯火及び反射器）国際WG会議出席報告

2.1 開催日：2012年3月7日，8日（8日は午前だけ）（La Maison de la Mécanique（機械会館）にて）

2.2 出席者：

米国4：Mr. MERFELD（Terex），Dr. ROLEY，Mr. CROWELL（Caterpillar），Mr. NEVA（Doosan Bobcat），英国2：Mr. BAKER（JCB），Ms. HUTSON（JCB）（8日午前だけ），仏国2：Mr. JANOSCH（Caterpillar），Mr. CAURIER（斗山／Bobcat），日本2：出浦氏（コマツ），小倉（協会）計10名出席

WGコンビナー（主査）兼：米国 Mr. MERFELD（Terex）

2.3 主要議題，議決事項，特に問題となった点及び今後の対応についての所見：

背景及び従来経緯：ISO 12509：2004は，当初，安全に関するISO/TC 127/SC 2で制定されたが，電気に関連する内容であることからSC 3へ移管され，多くの点で現状に即していないとして改正が必要とされ，2011年8月締切のNWIP投票において14ヶ国が賛成，うち9ヶ国が専門家を指名し承認された後，今回が初めての会合となる。

2.3.1 会議概要：NWIP投票時の中国コメントに対する回答案を記入した作業案文を出発点とし，欧州規則

ECE R6, R48，欧州規格 EN 15573：2008，米国規格SAE J10.29, 日本の道路運送車両の保安基準などを横断的にレビューしながら，設計者の視点で何をISOに書くべきか，テクニカルプレゼンテーション（規格のレイアウト）をどうするべきか議論した。

土工機械の灯火装置は，本年2月に英国ロンドンで開催されたISO/TC 127/SC 1/WG 8で扱っている土工機械－公道での運転を意図した機械の設計要求事項とも密接な繋がりがある。そこでの議論，特に欧州要求との両立が困難な日本の要求事項について，2010年6月及び2012年2月当時のSC 1/WG 8会議資料を引用しながら日本から説明するとともに，今後は他作業グループとも必要に応じて連携するよう提言した。

2.3.2 会議での論議

近年，特に中国・韓国・インド市場でECE適合など相互認証要求が急速に進んでいるが，Eマーク付き灯火装置を使用しているにも拘わらずインドの型式認証試験で不合格となり，リフレクタを変更したといった事例もある。（CROWELL氏）現行ISO 12509：2004の図を，機械のタイプ毎に作りかえたら分かりやすくなるのではないか？（ROLEY氏）→現行ISO 12509の見直しに当り，下記のゴール／コメントを示す。（PL：MERFELD氏）：

・機械のタイプによって（例えば，大型と小型で）異なる灯火の取付け方法／寸法をわかりやすく記述する。
・灯火装置の配光特性要求を考慮する。（例えば，12 m四方の視界性要求を満足する）
・規格をシンプルにする為，同じカテゴリにある機械のタイプを統合できないか考慮する。
・ローカルな公道走行要求との一貫性に配慮する。
・作業時における要求は，公道走行要求と異なる場合がある。
・作業現場での視界性向上の為，公道走行を意図しない機械においても“公道走行用”灯火の装着が望ましい場合がある。
・大型機械では，物理的な寸法によって灯火装置取付け方法の代替／変更が必要な場合がある。
・現行ISO 12509とECE R48及びR86との灯火要求の正確さ／整合性を部分的に検証した。今後，全てのデータを検証し見直す。
・“standard”，“optional”，“not applicable”とされている仕様の必要性を見直す。
・日本の保安基準では，15 km/h以下と35 km/h以上の閾値がある。
・SC 1/WG 8 Doc N 27をレビューした。
・“optional”仕様の定義に，“可能な場合”と追記することを提言する。

PL提案により，分かり易いデータレイアウトの方法として次の2通りを検討した。それぞれの利点を○，問題点を×で示す。

アプローチ1－機械タイプ毎にリストするデータシート：

○ひとつの機械タイプに対する全ての灯火装置の要求を1枚のリストに収められる

×1）ひとつの機械タイプに複数の要求がある（小型ホイールローダが公道走行可でも，大型ホイールローダは不可な場合）

×2）現行規格よりも却ってページ数が増えてしまう可能性がある

×3）機械タイプは変化する可能性がある（規格のメンテナンス要）

×4）特定の機械タイプの要求に合わせると，機械の能力／仕様が見直されたときに規格が陳腐化してしまう（例えば，現行のコンパクトトラックローダ（CTL）は時速40 km/h未満だが，将来この限度を超える可能性も考えて規格を合わせなければならない）

アプローチ2－基本的な機械カテゴリ毎にリストするデータシート：

○機械のタイプをカテゴリ別に統合することで，規格のページ数を減らせる可能性がある

×1）ひとつの機械タイプに複数のカテゴリが当てはまる可能性（例えば，ホイールローダはカテゴリ1 or 2？）

×2）同一灯火装置カテゴリ内で，ある機械カテゴリに対する全ての灯火装置の要求が一様でない（例えば，大型ホイールローダは公道走行を意図しないが，ゴムタイヤローラは公道走行を意図している）

2.3.3 結論：

（PLまとめ）機械カテゴリ毎に，灯火装置グループ／最高速度の複数の組合せがある。従って，このような広汎なカテゴリ分けによって灯火装置の要求をカテゴリ毎に一本化することはできず，データプレゼンテーションの単純化につながらない。

現行ISO 12509が採用したデータレイアウトは妥当なアプローチであり，微調整のみを行えばよいことを確認した。以後，見直し案文のアウトラインを作成する。必要に応じて現行ISO全体を修正，特にTable A.1を見直し，アップデート・改良を図る方針で合意した。

2.3.4 （理解のための事務局補足）：現行ISO 12509：2004ではAnnex A のTable A.1で土工機械を

Lighting groups I, II, III ／ A, B, C に分類，それに従い Annex E の Data sheets で E1.2 ～ E16.2 の様に要求事項を灯火装置ごとに記述している。NWIP 投票における中国コメント内容を確認する過程で，これらの図表に用いられている記号 α1/α2，β1/β2 の解釈（α：機械の上方／下方への照射角度，β：機械の外側／内側への照射角度だが，灯火の種類により基準軸が異なる），或いは，例えば Annex E の Figure E.5 で Arrangement C に用いられている記号 1, 2, 5 の意味（ECE R6 に定める灯火装置型式指定タイプ－1：前面（正しくは 1, 1a 又は 1b），2：後面（正しくは 2a 又は 2b），5：側面方向指示器を表す）など，欧州規則に対応した ISO のディテールをまず十分に理解した上で，設計者にとって使いやすいレイアウトが何かを見出すべきである，と議論された。次回までに，

・ISO/TC 23（農業機械）における灯火装置要求事項のアプローチにつき調査する。
・仏国 INTERMAT 展示会において TC 23/TC 127 とジョイントする。
・WD 又は CD 作成の為のリソース調達可能性につき調査する。WD 作成の為の特設グループを立ち上げる。

こととした。

見直しに当り，70 ページ以上ある現行規格をより簡潔にできないか PL が苦心し試行錯誤したが，結局，現行レイアウトがそれなりに使い易いという結論に至った。

日本からは，現行 ISO 12509 の Annex F Figure F.1 に示されている特別警告灯が日本の「道路運送車両の保安基準」（黄色回転灯の禁止）に合致しないことや，同じ図中の SMV プレート取付けスペースは基準緩和表示・除雪用看板の取付け位置と重なることなど，欧州基準と国内法令が両立できない例について改めて注意を喚起した。ただし，各国法令との差異に言及すると際限がないので，これまで通り Annex A の注記:「これらのガイドラインは各国道路法規への適合を保証するものではない。全ての灯火装置は，各国の規制に従い型式認定を受ける必要がある」で十分ではないか，との意見もある。

2.4　所感：仏国エキスパートは灯火装置を含む公道走行要求に詳しく，ECE 規則の該当箇所を具体的に例示して参加者の理解を深めるのに貢献していた。

米国 PL は国際 WG 会議の運営に慣れた様子で，各国の意見に傾聴しながら自ら準備した資料を簡潔に説明し，かつ手際よく議事進行していた。とは言え，ISO 12509 及び引用 ECE 規則はボリュームがあるので，見直し作業には相当の手間と時間を要すると覚悟しなければならない。

2.5　次回会合予定：米国 SAE 規格に詳しい専門家も参加できるよう，2013 年 1 月頃に米国フロリダ州マイアミで開催を予定。

2.6　その他：今回の国際 WG 会議は，クールブヴォア市にある機械会館内 CISMA（建設・社会資本・製鉄及び荷役用装置組合）の会議室で開催された。最寄り駅であるメトロ 1 号線の Esplanade de la Défense からも，同駅近くのホテルからも徒歩 10 分程で機械会館に辿り着ける。シャルル・ド・ゴール空港からは RER（国鉄）A 線を利用し，Châtelet-Les Halles でメトロ 1 号線に乗り換えた。La Défense 地区には，新凱旋門を中心とする広大なエリアに前衛的な外観の高層ビルが建ち並び，ビジネスで訪れた客も思わず足を止めていた。

今回はウィーン経由オーストリア航空便を利用した為，会議の前日夜に現地到着し，また復路も早朝発となり，帰国前日にシャルル・ド・ゴール空港近くのホテルへ移動するパターンとなった。途中，電車で市内を通過したもののパリ市へは行っておらず，パリ西郊～という表題になった。

以上（協会事務局　小倉）

写真－1　ISO/TC 127/SC 3/WG 11 会議出席者（米国，仏国）

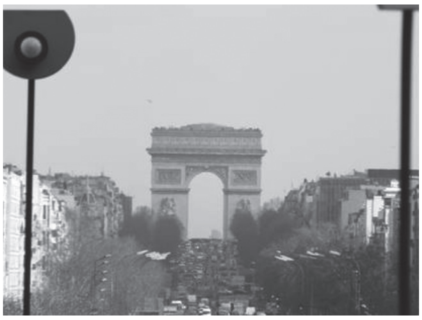
写真－2　La Maison de la Mécanique（機械会館）

写真－３ Esplanade de la Défense駅に到着するメトロ車両

写真－４ シャルル・ド・ゴール第２ターミナル駅に停車するRER車両

写真－５ La Défense地区の建設工事現場で稼働中のクレーン車

写真－６ La Défense地区を象徴するGrande Arche（新凱旋門）と高層ビル群



写真－７ La Défense地区とパリ市街中心を結ぶ放射道路上より，新凱旋門を背に遥か彼方に見える凱旋門

写真－８ La Défense地区より，セーヌ河対岸に見えるエッフェル塔

＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝

3. ISO/TC 127/WG 8（ISO 10987持続可能性）報告

3.1 開催日：平成24年3月8日，9日（クールブヴォア市機械会館にて）

3.2 出席者：

米国4：Dr. ROLEY，Mr. CROWELL（Caterpillar），Mr. MERFELD（Terex），Mr. NEVA（斗山／Bobcat），フランス1：Mr. JANOSCH（Caterpillar France），英国1：Ms. HUTSON（JCB），スウェーデン1：Mr. JONSON（Volvo），日本1：出浦（コマツ），小倉（協会，8日のみ）

計 9名出席

WGコンビナー（主査）兼ISO 10987PL（プロジェクトリーダ）：上記Dr. ROLEY

3.3 主要議題，議決事項，特に問題となった点及び今後の対応についての所見：

3.3.1 主要論議：

この規格ISO 10987はFDISを事務局に提出済でまもなく投票に入る。

今回は（いったんISO 10987発行後に）今後規格化が必要な内容について議論し，次の5点が挙がった（優先順位順）。

（1）有害化学物質

・米国では製品含有化学物質情報の収集がPLリスクにつながることが認識され始め，AEM（米国建機工）が自動車業界，航空機業界などと情報収集方法の規格化活動を始めた。自動車業界では既にIMDS（International Material Data System）が業界標準となっているが，米国では自動車業界でさえもこのシステムに満足しておらず，新しい収集システムの可能性を探っている状態。

・コマツ，ボルボはIMDSを既に使用している。

・日本では情報収集プロセスをJIS規格化中である。

・規格化するとしたら，①各国の規制化学物質リスト，②物質情報収集のプロセスの2種類が考えられる。

（2）省エネ運転

・EU当局のCO_2削減規制の動きに対して，CECE（欧州建機工）は四つの柱（Process efficiency，Operation efficiency，Machine efficiency，Alternative energy sources）と70のツールを使ったCO_2削減実証実験（ボランタリアプローチ）を提案予定。将来はEN/ISOとして規格化したい。

・US EPAは予算不足のため，建機のCO_2削減規制検討は停滞中。トラック業界はSmartWayというボランタリプログラムでCO_2削減に成功したので，AEMも同様の方向を提案したい。

CECE の活動を参考にしたい。
・日本は国土交通省の指定制度により，Machine efficiency のみ規制が決定しているが，欧米同様に現場ユーザへの働きかけも必要ではないか。
(3) 中古車・リマニュファクチャリング
・中国，ベトナムで中古車規格を作成中なので，ISO を作成しておくべき。塗装しなおしただけでリビルドと呼んでいるような事態は好ましくない。
(4) 教育
・持続可能性のためには正しい運転・整備が必要。運転員，整備員を対象に持続可能性の観点を ISO 7130 に追加すべき。(ISO 7130 は DIS 投票中)
・規格化のために，まず各国の実情把握が必要。誰が（OEM ？官？ユーザ団体？），何を（安全，エコ），どのように（座学，シミュレーション，実機）実施しているか？　JTLM（国際建機工技術連絡会議）でとりあげてはどうか。
(5) 騒音
既に規制・規格もあるので，それらの改訂動向をウォッチする（特に EU)。

3.3.2　今後の対応
(1) 有害化学物質
・AEM の規格化活動と連携する
・日本で作成中の JIS 案を次回紹介する（出浦）
(2) 省エネ運転
・CECE の規格化提案を待つ
(3) 中古車
・中国・ベトナム規格案文をレビューするため，英文の案文を配布する（Roley）
・リサイクル，リユース，リビルドなどに関する ISO，各国規制を次回確認する（全員）
・各社中古車ガイドラインがあれば PL に送る（全員）
(4) トレーニング
・各国の教育状況について次回までに調べる(全員)
・大形機械の ISO/WG でも議論する（Roley）
(5) 騒音
・EU 騒音規制の改訂動向を次回報告する（JANOSCH）

3.3.3　共通的問題点・所感：
よりよい規制・規格のあり方について考えさせられた。CO_2 削減はエンジン，機械，現場管理のすべての努力が必要なので, 欧米では「ボランタリプログラム」と称して，関係者全員で行う活動を機械メーカから当局に提案しようとしている。日本では低炭素型機械指定制度として, 機械への事実上の規制を制定済なので，欧米参加者から視点の欠如を指摘されて苦しかった。ISO 化を機に，ユーザ等の関係者全員が参加できる CO_2 削減のしくみを検討することが課題と感じる。
また化学物質情報収集を業界のとりくみにしたいという提案は，日本が 3 年前に投げかけたときは見向きもされなかった。日本が先行して活動提案しても，米国（特にキャタピラー社）がその必要性を認識しないと業界の動きにならない。ようやく意識が追いついてくれたところで，日本の経験を紹介して議論をリードしていきたいところ。一方，米国は中国の動きには非常に敏感である。マーケットの大きさにはかなわないが，やはり日本が先行している環境分野の規格化で TC 127 活動に寄与していくべきと思う。

3.4　次回開催予定：(開催年月日，開催国及び都市名)
12 月 3 日の週または 1 月 14 日の週　ローマまたはマイアミにて予定

新工法紹介　機関誌編集委員会

03-164	竹中免震モニタリングシステム	竹中工務店

▶ 概　　要

近年，国内の免震建物は増加傾向にあり，さらに昨年 3 月 11 日の東北地方太平洋沖地震を契機にますます増加していくと予測されている。竹中工務店は，大規模な平面形状，中間階免震，免震改修工事など，さまざまな施工環境においても高い施工精度を実現するべく，竹中免震モニタリングシステムを開発した。

通常の免震工事の施工管理では，工事期間中に 2 ～ 3 回程度，担当者が免震層内に立ち入り計測機器を用いて免震装置の変形量を測る。しかし，アクセスが容易でない免震層での計測作業は多大な労力を要し，またタイムリーかつ高精度な品質管理や施工中の各種要因（施工時荷重や温度変動等）が免震装置の変形に及ぼす影響度合いの把握が難しいものであった。

「竹中免震モニタリングシステム」は，免震建物の施工中に免震装置の変形および免震層内の温度を自動計測し，継続的に遠隔監視するものであり，計測にかかる労力・コストを低減しながら高精度なリアルタイム管理を実現する。さらに継続計測データを用いた各種要因分析を定量的に設計・施工へフィードバックすることで，さらなる品質向上を実現するものである。

▶ 特　　徴

①日常の免震装置の変形変動を計測対象としたシステム

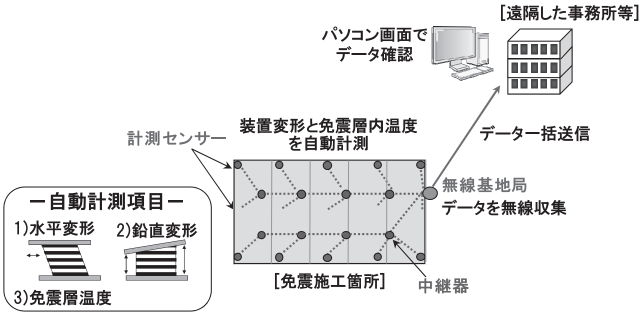
免震装置の変形と免震層の温度を 1 時間に 1 回程度自動計測

②リアルタイムなデータ確認

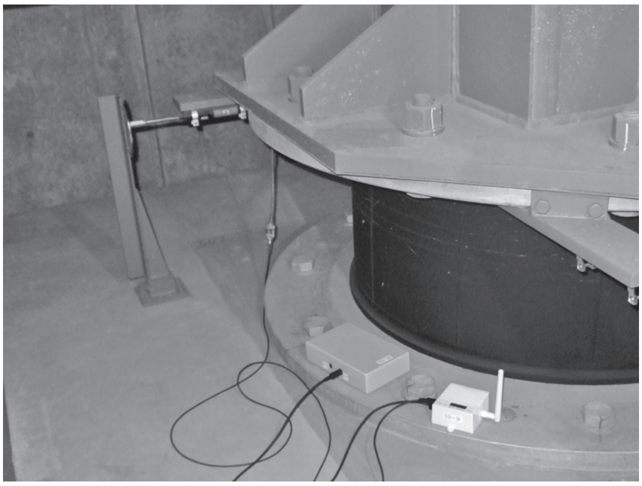
施工個所での各計測データを無線通信の利用により効率的にデータ集約，離れた場所にあるパソコンに一括送信しリアルタイムなデータ確認を実現（図― 1）

③専用の取付金物も同時開発

地震時の免震装置の水平変形を阻害しない，システム用計測センサー取付金物も同時開発。各種免震装置へ簡易に取り付けができる（写真― 1）



図― 1　システムイメージ



写真― 1　システム設置状況

④維持管理ツールとしての継続利用

免震建物の工事完了後も，維持管理用ツールとして引き続き利用が可能

▶ 用　　途

免震建物の建設工事または維持管理

▶ 実　　績

・免震プロジェクト建設工事（実績 3 件）

・免震建物の維持管理（実績 1 件）

▶ 問 合 せ 先

㈱竹中工務店　広報部

〒 136-0075　東京都江東区新砂 1-1-1

TEL：03-6810-5140

04-327	キュアリングシール工法 （コンクリート養生技術）	佐藤工業

▶概　　要

トンネルの覆工コンクリートは，長期間にわたり亀裂，変形，崩壊などを起こさないだけの耐久性が必要とされる。しかし，既設のトンネルにおける覆工コンクリートの剥落事故などを契機として，覆工コンクリートの品質が問題視されるようになってきている。

覆工コンクリートの品質に影響を及ぼす施工上の要因としてはさまざまなものがあるが，その一つにセントル脱型後の養生がある。脱型後にコンクリートの温度および湿度を管理し，適切に養生することでコンクリートの品質を向上することができる。そのため，近年さまざまな覆工コンクリート養生技術が提案されているが，今回，佐藤工業は中越パルプ工業，中越パッケージ，芝浦工業大学と共同で，紙を使った新しいトンネル覆工養生技術「キュアリングシール工法」を開発した。

キュアリングシール工法は，片面を防湿加工，もう一方の面に粘着剤を塗布したロール状の紙（養生紙）を脱型直後の覆工コンクリート表面に貼り付け，コンクリート表面からの水分蒸散を防ぐものである。養生紙を一定期間貼り付けたままにすることで，長期間にわたり覆工コンクリートを効果的な湿潤養生環境下に置くことができ，コンクリートの品質を向上させることができる。

実際の施工に当たっては，脱型直後にセントル後方に設置した貼り付け用の足場台車または高所作業車を用いて，覆工コンクリート表面に養生紙を人手にて貼り付ける（**写真─1**）。その後は，そのままの状態で養生を行い，竣工前の適切な時期に養生紙を剥がす。

▶特　　徴

①コンクリート品質の向上

養生効果については室内実験にて封緘養生とほぼ同等の効果が認められ，強度増進，表面ち密性の改善，初期の乾燥収縮に起因するひび割れの防止などの効果がある。また，コンクリートの湿潤養生は脱型直後が最も効果が高く，キュアリングシール工法は脱型直後からの養生が可能なため，より高い養生効果が期待できる

②コンクリート表面の防汚効果

工事車両の泥はねなどによる汚れがコンクリート表面に直接付着することを防止する

③施工が比較的容易

適切な足場があれば，人力で容易に貼り付けることができ，他の貼り付け工法と比較して簡易に施工できる

④維持管理が不要

散水・噴霧などの継続的な維持管理作業を必要としない

⑤長期間の養生が可能

湿潤養生台車など移動式の養生システムとは異なり，後工程に支障しないので，長期間の養生が可能

⑥トンネル以外にも適用可能

標準断面以外の非常駐車帯断面などにも対応することができる。また，ボックスカルバートの天井部分などトンネル以外でも適用することができる

⑦環境負荷が少ない

養生紙としてリサイクル紙を利用することにより環境負荷を軽減することができる

▶用　　途

・トンネルの覆工コンクリートの養生

・その他コンクリート構造物の養生

▶実　　績

・卯の花トンネル（富山県発注）ほかで現場実験を実施

▶問合せ先

佐藤工業㈱　土木事業本部　技術部

〒103-8639　東京都中央区日本橋本町 4-12-19

TEL：03-3661-4794

写真─１　キュアリングシール工法施工状況

新工法紹介

11-105	コンクリート表層の品質可視化 （表面吸水試験機）	西松建設 横浜国立大学

▶ 概　　要

西松建設㈱は建設中の実構造物において，コンクリート表層品質を定量的に評価できることを実証した。評価方法は横浜国立大学准教授・細田暁らが開発した表面吸水試験方法を用いた。本試験方法は**写真**―１に示す表面吸水試験機を用いて，かぶりコンクリートの吸水量および吸水速度の時間変化を測定し，コンクリート表層の緻密性を評価するものである。吸水速度の値が小さいほど表層コンクリートが緻密であることを意味する。

本試験方法は新設構造物におけるコンクリート品質を見える化できる手法であり，今後の工法開発や現場での施工管理に利用することができる。なお，本研究は構造物の長寿命化の観点から，西松建設㈱と横浜国立大学が共同で取り組んでいるものである。

▶ 特　　徴

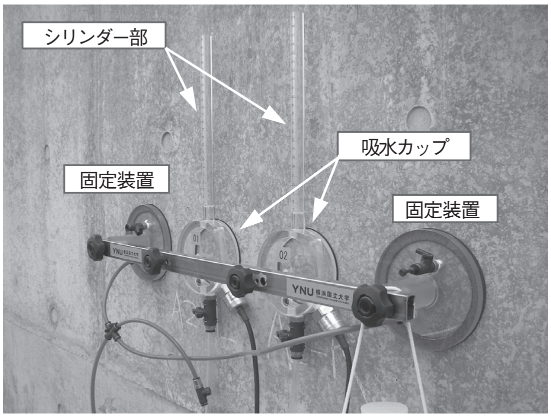
表面吸水試験機は吸水カップ（外径 100 mm, 厚さ 30 mm）と固定装置で構成され，吸水カップはコンクリートに接して水を吸水させる部分と，水頭を作用させつつ吸水量の変化を読み取るシリンダー部（内径 8 mm, 高さ 300 mm）で構成されている。固定装置は小型真空ポンプを利用してコンクリート壁面に圧着させる。試験方法は空の吸水カップに注水を行い，10 分間の水位低下量を 1 分毎にシリンダー目盛から読み取り記録する（**写真**―２）。

▶ 実証試験結果

実証を行った構造物は建設中の下水道施設（沈殿池）である。標準配合として高炉セメント B 種が用いられているが，水密性が要求される監査廊周辺の壁部材には，温度応力ひび割れ対策として低熱セメントが用いられている。

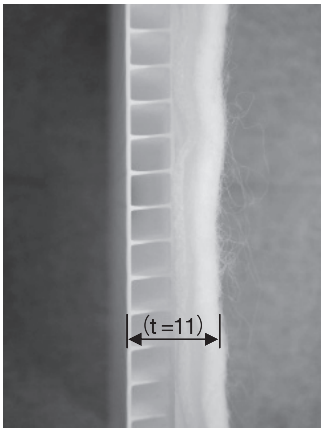
今回, セメント種類が異なる壁について自主調査したところ，両者の圧縮強度は同等だが，吸水速度は低熱セメントを用いた壁が高炉セメントを用いた壁の最大約 1/2 に減少しており，コンクリートの表層品質が向上（緻密化）していることがわかった。つまり，温度応力ひび割れ対策を行った壁部材は，ひび割れ抑制効果だけでなく，コンクリートの表層品質自体も向上していることが示された。

また，標準配合の鉛直壁面で型枠の脱型後に自社の「うるおい®」養生パネル（**写真**―３）で 4 週間の追加養生を行ったところ，追加養生しなかった壁に比べ吸水速度が平均約 1/10 に減少し，表層品質が大幅に向上していることが実証できた。



写真―１　表面吸水試験機

写真―２　測定状況



写真―３「うるおい®」養生パネル

▶ 用　　途

コンクリート構造物の表層品質調査

▶ 問 合 せ 先

西松建設㈱　技術研究所
〒 105-8401　東京都港区虎ノ門 1-20-10
TEL：03-3502-0247

11-106	円筒形構造物形状管理システム （3D-SYLIMAS：3D シリマス）	三井住友建設

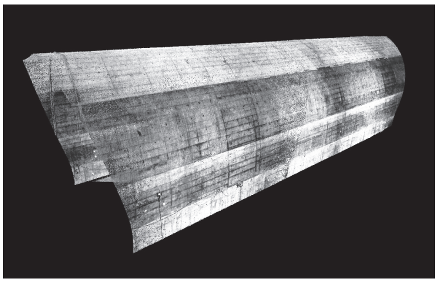
▶ 概　　要

三井住友建設株式会社は，鉄道などに設置される RC（鉄筋コンクリート）スノーシェルターの内空形状を 3 次元レーザースキャナーを用いて計測し，精度の高い出来形管理や建築限界管理を行う『円筒形構造物形状管理システム【3D-SYLIMAS】』を開発した。

高精度な 3 次元レーザー計測によって得られた膨大な形状データは，経時変化計測の高精度化に必要不可欠な基礎データである。これにより長期間にわたる維持管理を高度化・合理化することが可能となる。

今後は，本システムを鉄道構造物をはじめとする円筒形構造物の精度管理システムとして導入し，施工プロセスにおける高品質化を推進するとともに，長期的な維持管理の合理化も視野に入れた展開を図る計画である。

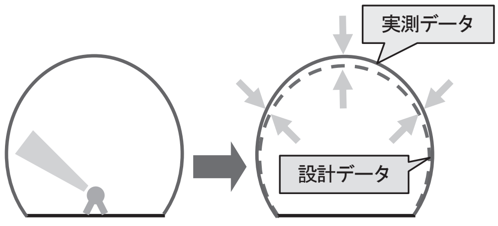
写真— 1　RC スノーシェルター



図— 1　可視化した計測データ

本システムでは，以下の要領で対象物の形状計測を行い，その結果を専用のソフトウェアを用いて解析することで，出来型管理や建築限界管理を行う。

Step-1：基準点測量・ターゲット測量
　　　　公共座標系への変換と隣接データとの合成
Step-2：レーザー計測（形状計測）
Step-3：出来型確認
　　　　判定結果を 3 次元座標化・可視化



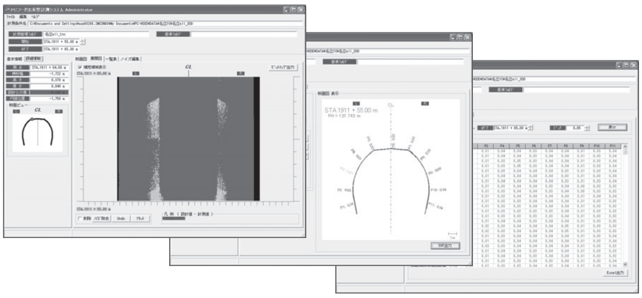
図— 2　レーザー計測と出来型判定方法

▶ 特　　徴

①出来形と設計形状との比較を 3 種類の方法（コンター図，断面図および数値一覧表）で表示・出力が可能で，判定結果を可視化

②基準点測量を行い公共座標系での計測を行っているため，従来の計測管理との比較が容易

③記録された構造物形状データは DXF ファイルとして CAD 読込が可能であり，このデータを初期値として，供用後の経時変化を 3 次元で管理可能



図— 3　3 種類の表示方法で出来型を判定

▶ 用　　途

・鉄道に敷設される防雪シェルターの精度管理

・道路・水路等での円筒形構造物の精度管理

▶ 実　　績

工 事 名：北陸新幹線　上越・糸魚川地区（PC けた）

工事場所：新潟県上越市，糸魚川市

工事内容：PC 下路桁 RC シェルター付　　計 4 橋

▶ 問 合 せ 先

三井住友建設㈱　技術研究開発本部
技術開発センター（省力化技術分野担当）
〒 270-0132　千葉県流山市駒木 518-1
TEL：04-7140-5201

※ SYLIMAS は下記の略称である。

Shape of cYLIinder structure MAnagement System

新機種紹介　機関誌編集委員会

▶〈02〉掘削機械

11-〈02〉-12	コベルコ建機 油圧ショベル（超小旋回形） SK130UR	'11.8 発売 モデルチェンジ

上下水道の埋設工事やガス管の埋設工事，住宅基礎掘削工事などで使用されている超小旋回油圧ショベルである。

従来の 13 t クラス超小旋回油圧ショベルのモデルチェンジ機であり，オフロード法 2006 年基準を満たした機械となっている。

NETIS 登録技術であるエンジン冷却システム「iNDr」を装備し，国土交通省の指定する超低騒音機械の基準値である 98 dB を 5 dB 下回る 93 dB の騒音値となっており，静音運転を可能にしている（NETIS 登録番号：CG-10015-A）。

また，NETIS 登録技術である「AIS（オートアイドルストップ）」を標準装備し，最大 17％の燃料消費量及び CO_2 排出量の削減が可能となっている（NETIS 登録番号：KK-100065-A）。

ステンレス製の防塵フィルタを装備することで吸気中の微細なホコリをキャッチし，クーリングユニットやエアクリーナの目詰まりによるエンジン性能低減を防ぎ，ヒートバランスを維持させている。

表―1　SK130UR の主な仕様

バケット容量	(m^3)	0.45
最大掘削深さ	(m)	4.82
最大掘削半径	(m)	7.57
最大掘削高さ	(m)	8.51
機械質量	(t)	13.4
定格出力	(kW/(ps)/min^{-1})	69.2 (92.8)/2,000
走行速度 高速／低速	(km/h)	5.6/3.4
登坂能力	(度)	35
接地圧	(kPa)	42
最低地上高	(m)	0.44
クローラ中心距離	(m)	1.99
クローラ全幅（シュー幅）	(m)	0.5
全長×全幅×全高	(m)	7.43 × 2.49 × 2.81
価格	(百万円)	18.56

写真―1　コベルコ建機　SK130UR　油圧ショベル

問合せ先：コベルコ建機㈱　企画管理部　広報秘書グループ
〒 141-8626　東京都品川区東五反田 2-17-1　オーバルコート大崎マークウエスト

11-〈02〉-14	キャタピラージャパン 油圧ショベル Cat 349E（L）	'11.09 発売 新機種

オフロード法 2011 年基準をクリアする環境性能と燃料生産性を両立した油圧ショベルとして新たに導入された 2 機種 Cat 349E および Cat 349E L は Cat 345D（L）のフルモデルチェンジ機で，砕石・鉱山，重土木，砂利採取，解体作業等で使用される。

環境対応パワーユニットには，低エミッションと低燃費を両立する「Cat 電子制御システム」，高効率燃焼を実現し排出ガス成分を抑制する「燃料噴射システム」，最適燃焼に貢献し信頼性・耐久性にも優れる「非対称ターボチャージャ」，排出ガスの一部を，冷却して吸気側に循環することで NOx の排出を低減する「NOx リダクションシステム」，一酸化炭素，炭化水素をディーゼル酸化触媒（DOC）により低減・無害化するとともに，ディーゼルパティキレートフィルタ（DPF）により PM を低減・除去する「アフタートリートメント技術」など数々のテクノロジーを搭載し，オフロード法 2011 年基準をクリアしている。

作業負荷によらずエンジン回転を一定に維持するアイソクロナス制御を採用することで軽負荷時のエンジン回転を抑制する。さらに，エンジンおよび油圧システムの統合制御により，従来機同等の生産性を維持しつつ，燃料消費量を従来機比で約 19％低減する。また，アイドリング時に操作レバーが中立の場合，自動的にエンジン回転数を低減する自動デセル機能，およびアイドリング時に右操作レバーのスイッチを主導で押すことでエンジン回転数を低減するワンタッチローアイドル機能を搭載。こうした燃料消費量を低減するさまざまな機能により，CO_2 排出量を削減している。

油圧アタッチメント回路の改良により，アタッチメントとブーム・アームを同時に操作する場合の連動性の向上を図っている。また，砕石や重土木などの高負荷アプリケーションに対応するため，板厚増強や溶接方法見直し等によりフロント構造物（ブーム・アーム）の耐久性を高めている。

ROPS（転倒時運転者保護構造）キャブの搭載，後方および側方の作業視界を確保するリアビューカメラとミラーを標準装備し，さらに大型ハンドレールとステップを装備している。

キャブガラス面積の拡大（従来機比 9％拡大），キャブ内騒音の低減，シートヒータ・ベンチレータ機能搭載の新型エアサスペンションシートを導入している。

ラジエータ，オイルクーラ，アフタークーラを並列にレイアウトしたトリプルサイドバイサイドクーリングパッケージの採用による清掃の容易化を始め，メンテナンス・ポイントへのアクセス性向上とメンテナンス作業の省力化を図っている。

国土交通省低騒音型建設機械の基準値をクリアしている。

表―2　Cat 349E／349E L の主な仕様

		349E	349E L
運転質量	(t)	48.0	50.9
標準バケット容量	(m^3)	1.9	2.1
最大掘削力（アーム）	(kN)	201	
最大掘削力（バケット）	(kN)	263	
全長	(m)	11.87	11.82
全幅	(m)	3.55	
全高（ガードレール部）	(m)	3.61	3.76
トラック全幅	(m)	3.34	3.49（縮幅時：2.99）
後端旋回半径	(m)	3.76	
登坂能力	(度)	35	
接地圧	(kPa)	89.5	88.7
エンジン名称		Cat C13 ディーゼルエンジン	
総行程容積	(ℓ)	12.5	
定格出力／回転数	(kW(ps)/min^{-1})	295(401)/1,800	
最大掘削深さ	(m)	7.63	7.48
最大掘削半径	(m)	11.90	
最大掘削高さ	(m)	10.86	11.00
価格	(百万円)	46.40	51.26

写真―2　キャタピラージャパン　Cat 349E　油圧ショベル

問合せ先：キャタピラージャパン　人事企画室　広報グループ
〒 158-8530　東京都世田谷区用賀 4-10-1

12-〈02〉-01	日立建機 油圧ショベル EX5600-6 ほか	'12.02 発売 新機種

世界の大規模鉱山などで稼働する運転質量 550 t，250 t 級の油圧ショベルについて，信頼性，耐久性を維持し，作業能力の向上を図ってモデルチェンジしたものである。

実績ある従来機の設計思想を踏襲し，バックホウタイプはフロント〈腕〉をショートリーチ化した上でバケット容量を増大しており，構造物の信頼性や耐久性を確保しながら従来機と同等のサイクルタイムを実現している。EX5600-6 バックホウタイプの場合，積載質量 220 t 級ダンプトラックに，従来機の 5 杯積みから 4 杯積みで積荷の満載が可能で，積込時間の短縮により作業量の向上に寄与する。

表―３　EX5600-6 ほかの主な仕様

		EX5600-6	
		バックホウ	ローディングショベル
標準バケット容量	(m^3)	34	29
運転質量	(t)	537	533
定格出力	(kW(PS)／min^{-1})	1,119（1,520）／1,800 × 2	1,119（1,520）／1,800 × 2
最大掘削深さ×同半径	(m)	8.80 × 20.2	4.80 × 17.0
最大掘削高さ	(m)	19.7	19.2
最大掘削力（バケット）	(kN)	1,480	1,590
後端旋回半径	(m)	7.95	7.95
走行速度　高速／低速	(km/h)	2.3/1.6	2.3/1.6
登坂能力	(度)	30	30
接地圧	(kPa)	236	234
最低地上高	(m)	1.1	1.1
全長×全幅×全高（本体）	(m)	12.50 × 10.08 × 8.60	12.50 × 10.08 × 8.60
価格	(百万円)	見積もり	見積もり

		EX2600-6	
		バックホウ	ローディングショベル
標準バケット容量	(m^3)	17	15
運転質量	(t)	254	252
定格出力	(kW(PS)／min^{-1})	1,119（1,520）／1,800	1,119（1,520）／1,800
最大掘削深さ×同半径	(m)	8.25 × 16.6	3.72 × 14.6
最大掘削高さ	(m)	15.8	15.01
最大掘削力（バケット）	(kN)	830	943
後端旋回半径	(m)	6.29	6.29
走行速度　高速／低速	(km/h)	2.3/1.6	2.3/1.6
登坂能力	(度)	30	30
接地圧	(kPa)	185	183
最低地上高	(m)	0.8	0.8
全長×全幅×全高（本体）	(m)	10.13 × 8.04 × 7.25	10.13 × 8.04 × 7.25
価格	(百万円)	見積もり	見積もり

写真―３　日立建機　EX5600-6　油圧ショベル

新機種紹介

エンジン出力アップに対し，ラジエータ，オイルクーラの冷却性能を向上させ，エンジンと油圧機器を保護している。大型液晶モニタのモニタリング機能により故障部位の診断をサポートしている。

熱帯地方や高温地域での稼働に配慮した設計を従来機より踏襲しており，極寒地仕様や高地仕様に個別に対応する。

問合せ先：日立建機㈱　マイニング事業本部
〒 112-8563　東京都文京区後楽 2-5-1

▶〈05〉クレーン，インクラインおよびウインチ

11-〈05〉-06	タダノ ラフテレーンクレーン GR-800EX/600EX/500EX/300EX	'11.11 発売 新機種

GR-800EX/600EX/500EX/300EX は，製品の信頼性・品質，環境対応が強く求められるエネルギー関係（主にカナダ，北米，中東，ロシア）および，鉱物資源関係（主に南米，オーストラリア，南アフリカ，ロシア）などの厳しい環境下や，故障しても代替が難しい地域に対応すべく，品質の追求と性能向上を目指し，さらに，環境に配慮した数々の機能を加えた新シリーズである。

特にロシア仕様では，マイナス 40℃稼動に耐える構造・装備とするなど，地域に合った仕様展開を進めている。

軽量で強度の高い高張力鋼と，「ラウンドブーム」（GR-300EX は除く）構造を新しく採用している。大型クレーン市場では，世界に先駆けて環境への配慮として，新開発の「燃料消費モニタ」，「エコ・モード（エンジン最高回転数の制限による燃料消費削減）」ならびに国内ラフテレーンクレーンで導入されている「ポジティブ・コントロール（油圧ポンプの吐出量制御による燃料消費削減）」といった機能を搭載している。

また，新開発 AML モニタは操作性と視認性を向上し，国内のラフテレーンクレーンでも採用しているアウトリガの異張出制御（海外メーカーには無い）の採用で，常に最大性能を引き出し，さらに安全装置を解除できなくするなど，安全性を高めている。

その他，衛星通信とインターネットを利用し，ユーザーが遠隔で保有クレーンの稼動データ確認やメンテナンス情報の記録・管理を行うことができる「HELLO-NET サービス」を標準装備し，ユーザの効率的なクレーン運用をサポートできる。

表― 4　GR-800EX/600EX/500EX/300EX の主な仕様

	GR-800EX	GR-600EX	GR-500EX	GR-300EX
最大吊り上げ能力（kg）	80,000	60,000	50,000	30,000
最大地上揚程（m）	66.3	62.7	50.1	44.0
最大作業半径（m）	46	41.4	42	37.0
ブーム長さ（m）	12.0〜47.0	11.0〜43.0	10.7〜34.7	9.7〜31.0
ジブ長さ（m）	10.1，17.7	10.1，17.7	8.8，15.2	7.2，12.8
価格（税別）（百万円）	70	60	50	37

写真― 4　タダノ　GR-800EX　ラフテレーンクレーン

問合せ先：㈱タダノ　マーケティング部
〒 130-0014　東京都墨田区亀沢 2-4-12

11-〈05〉-07	コベルコクレーン クローラクレーン Mastertech-G シリーズ／ BM-G シリーズ	'11.11 発売 モデルチェンジ

土木・建設工事で使用されるクローラクレーンについて，排出ガス 2011 年規制適合エンジンを搭載すると共に，省エネシステム『G モード』を搭載している。

『Mastertech-G シリーズ』は，『Mastertech シリーズ』の，『BM-G シリーズ』は『BM シリーズ』の後継シリーズである。

分解輸送時の搬送性に配慮し，シリーズ全機種（7 機種）において輸送幅 2,990 mm に分解，輸送が可能※1 としている。

従来比最大 25% の燃料消費削減と CO_2 削減で地球にやさしいクレーンを実現するための 3 つの省エネ機能を搭載している。まずは，待機時のエンジンストップを自動で行う「オートアイドルストップ」をクレーン業界で初めて搭載した。「G ウインチ」では，エンジンの回転数を上げずに最高ラインスピードを可能にし，省燃費を実現した。「G エンジン」では，エンジンの回転数を制御しながらウインチ速度は変わらないので，同じ仕事をしながら燃費改善効果が得られる。

今回の 2 シリーズでは，「オートアイドルストップ」「G ウインチ」「G エンジン」を総称して『G モード』※2 としている。

エンジンの DPR 触媒に溜まった PM〈粒子状物質〉が一定量に達すると自動的に燃焼させて触媒をクリーニングする DPR システムを採用し，排ガスをクリーンに保ち，排出ガス 2011 年規制にも適合した。

建て方作業で力を発揮する主・補巻完全独立回路と，バケット作業などで力を発揮する合流回路の切替を可能にするオプションを設定している。また，広さや構台の強度など，現場条件に応じられる減トン仕様をオプション設定している。

ML モニタにはタッチパネル式のモニタを採用し，直感的な操作を可能にした。また，ピクトグラムの導入とクレーンの状態認識機能を強化することでクレーン本体の傾斜やアタッチメントの状況把握を可能にしている。

従来モデルに対してキャブ内の空間を広くし，居住性を向上した。

また，旋回制限装置や傾斜計などの安全性を向上させる機能をオプション設定し，安全性能を強化した。

※1　7050G はトランスリフタの設定は無く，上下分解を行うには特殊な治工具が必要

※2　『G モード』はコベルコクレーンの燃費向上機能の総称

表― 5　Mastertech-G シリーズ /BM-G シリーズの主な仕様

型式	最大定格総荷重
7050G	50 t × 3 m
7070G	70 t × 4 m
7090G	90 t × 4.3 m
7120G	120 t × 5 m
7200G	200 t × 5 m
BM800G	80 t × 3.7 m
BM1000G	90 t × 4.3 m

写真― 5　コベルコクレーン　7070G　クローラクレーン

問合せ先：コベルコクレーン㈱　販売促進室

〒 141-8626　東京都品川区東五反田

12-〈05〉-03	ダダノ ラフテレーンクレーン GR-120F	'12.01 発売 新機種

GR-120F は主に，過密市街地における住宅建設向けに開発された製品で，車幅 2.0 m のコンパクトボディは，住宅街の狭い道路への進入と，限られた敷地内での設置が可能で，建設現場での電線および他の障害物をクリアする形状を有したクレーンである。

最大地上揚程 30.7 m，作業半径 23.0 m と，ふところの深い作業領域で，従来は条件の厳しかった近接作業においても，クレーンを対象物に寄せての送り込み作業を可能とし，障害物超え作業や先行足場工法，高架下やビル屋上などへの送り込み作業に威力を発揮する。

ジブ張出作業は，作業プロセスをパネル表示することで簡単操作を可能とし，全ての作業をキャビン内から行える。

また反転張出し式ジブの採用により，車体範囲内での作業が可能で，張出し，格納等，作業開始や終了までの時間を短縮し，安全作業をサポートしている。

エンジンは，国土交通省指定の排出ガス第 3 次規制に適合した，電子制御のクリーンエンジンを搭載し，低騒音型建設機械の指定も取得している。さらに新開発の「燃料消費モニタ」と「エコ・モード（エンジン最高回転数の制限による燃料消費削減）」などにより閑静な住宅街でも周囲環境に配慮した作業を実現した。

安全面では，新開発 AML モニタの操作性と視認性を向上し，さらに安全機能を解除できなくするなど安全性を高めている。

また走行中の左前方視界をサポートするカメラを追加し，運転席の 2 画面モニタ表示で安全走行をサポートしている。

表― 6　GR-120F の主な仕様

クレーン容量	(t × m)	4.9 × 2.0 1.8 × 8.0
最大地上揚程	(m)	19.0（メインフック） 30.7（サブフック）
最大作業半径	(m)	13.0（メインフック） 23.0（サブフック）
ブーム長さ	(m)	5.5 ～ 15.0
ジブ長さ	(m)	4.1 ～ 15.9
ブーム起伏角度	(°)	− 3 ～ 82
ジブチルト角度	(°)	7 ～ 75
標準仕様価格（税別）	(百万円)	31

写真― 6　タダノ　GR-120F　ラフテレーンクレーン

新機種紹介

問合せ先：㈱タダノ　マーケティング部
〒 130-0014　東京都墨田区亀沢 2-4-12

▶〈14〉維持修繕・災害対策用機械および除雪機械

11-〈14〉-04	三陽機器 油圧ショベル装着型草刈機 ハンマーナイフモアー HKM-1200PS（ST・DX）	'11.09 発売 モデルチェンジ

近年，草刈作業は環境整備の一環として欠かすことの出来ない作業となっている。しかし，手作業による草刈作業は危険をともなう重労働である。油圧ショベル装着型草刈機ハンマーナイフモアー『HKM-1200PS』シリーズは，油圧ショベルに装着することで平地はもとより河川敷・広い法面等の条件の悪い場所での作業も可能である。

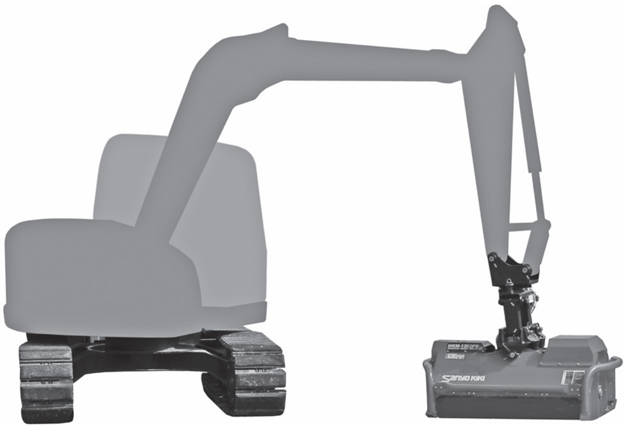
また，油圧ショベルの有効活用を図ることができる。

今回のモデルチェンジで，新機構のマルチアングルリンクを採用し地面の凹凸への作業装置（ハンマーナイフモアー）の追従性を向上させ，簡単操作でより快適な長時間作業を実現した。刈刃は2条らせん方式の配列で草刈抵抗を低減させ作業効率のアップと作業時間の短縮を実現した。

新刈刃を採用することで刈刃枚数を減らし刈刃交換作業時間の短縮とランニングコストの低減を図った。

モアー本体とマルチアングルリンク部の取り付け方法も新設計し耐久性を向上させ，刈高さについてもローラ取り付け位置の変更で簡単に調整できるようにした。

写真―7　三陽機器　HKM-1200PS-DX（ST）
ハンマーナイフモアー



写真―8　三陽機器　HKM-1200PS-DX（ST）
（ハンマーナイフモアーショベル装着時）

表―7　HKM-1200PS-DX（ST）の主な仕様

刈幅	（mm）	1,200
刈高さ	（mm）	25，40（2段階調整式）
質量	（kg）	530
全長×奥行×全高	（mm）	1,740 × 1,045 × 1,480
最高使用圧力	（Mpa）	19.6
制御流量	（l/min）	50
ナイフドラム回転数	（rpm）	2,400
ハンマーナイフ刃数	（枚）	32
ナイフドラム回転方向		ST：一方向（正転のみ） DX：正転・逆転切換方式の二型式
ナイフドラム回転方式		油圧モーター～Vベルト（3本）
適用油圧ショベル		0.25 m^3 ～ 0.4 m^3 クラスのブレーカー配管または併用配管仕様の油圧ショベル
価格	（百万円）	ST（1.96），DX（2.12）

問合せ先：三陽機器㈱　営業部　販売促進グループ
〒 719-0392　岡山県浅口郡里庄町 3858

11-〈14〉-06	範多機械 オールインワンタイプ万能表面処理車 （ウォーターイレーサ） WJE-1000	'12.03 発売 新機種

ウォータージェット工法による白線除去等の表面処理作業は現在では一般的な工法で年々需要が高まってきているが，用いられる機械は元々開発された経緯がコンクリートのハツリを主とした大型工事用の為小規模工事には不向きであった。

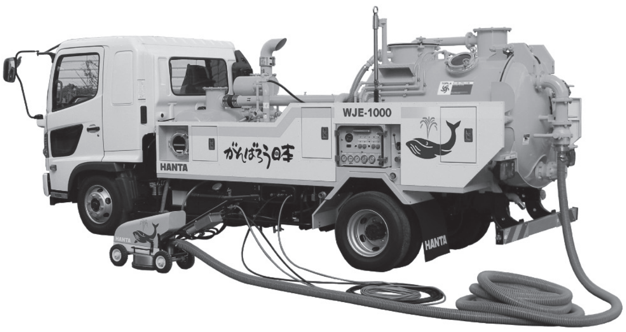
ウォーターイレーサ WJE-1000 は従来からあるウォータージェット工法で，それぞれ独立して工事現場に投入されていた超高圧水発生装置，汚泥吸引車，給水車，及びエアコンプレッサやハイジェットクリーナを運搬する作業車等の機能を 4t 車 1 台に搭載した，1台 4 役の万能表面処理車である。

用途を小規模工事の表面処理作業に特化する事により，各機能をコンパクトにまとめ全ての動力を搭載車両のミッションサイド P.T.O. から取り出す事とし中型免許で運転可能な 4t 車サイズのオールインワンタイプを実現した機械である。

搭載されるタンクは900リットルの清水タンクと800リットルの汚水回収用レシーバタンクに別れており，180 MPaの超高圧水を1分間に12リットル噴出する場合，1バッチで約70分間程度の作業を行う事ができる。

オプションのハイジェットクリーナと組み合わせる事により，作業台車底部のエアモータで駆動するノズルヘッドに取り付けられたノズルから超高圧水を噴射し，アスファルト路面の白線除去作業や床面の汚れの研掃作業を行い，バキュームホースを介し汚水をリザーバタンクに同時回収を行う事ができる。

又，リザーバタンクに回収された汚水は加圧圧送する事が出来るので，給水車や汚泥搬送車と組み合わせる事により，大型工事への投入も可能である。



写真—9　範多機械　WJE-1000　オールインワンタイプ万能表面処理車（ウォーターイレーサ）

表—8　WJE-1000の主な仕様

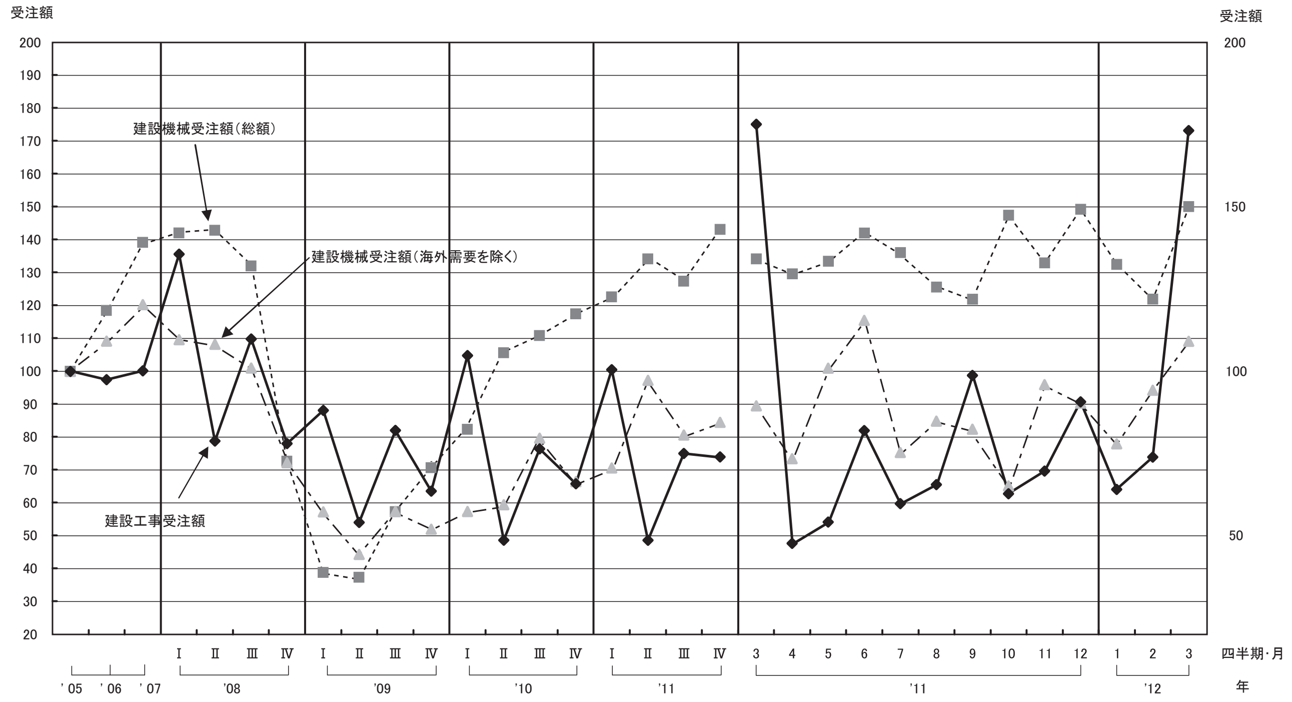
全長×全幅×全高	（m）	6.66 × 2.2 × 2.58
車両総重量	（t）	7.975
乗車定員	（名）	3
超高圧ポンプ　吐出圧力	（MPa）	180
超高圧ポンプ　吐出量	（ℓ/min）	12
清水タンク	（ℓ）	900
リザーバタンク	（ℓ）	800
吸引側風量	（m^3/min（真空圧−20 kPa時））	12
吸引圧	（kPa）	−70
圧送吐出圧	（MPa）	0.05
作業用コンプレッサ吐出量	（ℓ/min）	630
作業用コンプレッサ吐出圧	（MPa）	0.93
エアタンク容量	（ℓ）	38
価格	（百万円）	42（ハイジェットクリーナ別）

問合せ先：範多機械㈱　特機部
〒175-0091　東京都板橋区三園1-50-15

統　　　計　機関誌編集委員会

建設工事受注額・建設機械受注額の推移

建設工事受注額：建設工事受注動態統計調査（大手50社）　　（指数基準　2005年平均=100）
建設機械受注額：建設機械受注統計調査（建設機械企業数24前後）　　（指数基準　2005年平均=100）



建設工事受注動態統計調査（大手 50 社）

（単位：億円）

年　　月	総　　計	受　注　者　別						工　事　種　類　別		未消化工事高	施工高
		民　　間			官 公 庁	そ の 他	海　　外	建　　築	土　　木		
		計	製 造 業	非製造業							
2005 年	138,966	94,850	19,156	75,694	30,657	5,310	8,149	95,370	43,596	136,152	136,567
2006 年	136,214	98,886	22,041	76,845	20,711	5,852	10,765	98,795	37,419	134,845	142,913
2007 年	137,946	103,701	21,705	81,996	19,539	5,997	8,708	101,417	36,529	129,919	143,391
2008 年	140,056	98,847	22,950	75,897	25,285	5,741	10,184	98,836	41,220	128,683	142,289
2009 年	100,407	66,122	12,410	53,712	24,140	5,843	4,302	66,187	34,220	103,956	128,839
2010 年	102,466	69,436	11,355	58,182	22,101	5,472	5,459	71,057	31,408	107,613	106,112
2011 年	106,577	73,257	15,618	57,640	22,806	4,835	5,680	73,983	32,596	112,078	105,059
2011 年 3 月	20,085	14,615	2,042	12,573	3,938	570	961	14,998	5,086	114,047	13,188
4 月	5,544	3,850	929	2,921	909	360	426	3,756	1,788	111,759	7,239
5 月	6,232	4,133	1,028	3,105	1,068	319	712	4,041	2,191	111,213	6,754
6 月	8,280	6,194	1,251	4,943	1,471	356	259	5,958	2,322	111,336	10,102
7 月	6,933	5,174	1,303	3,871	1,124	363	273	5,052	1,882	111,681	6,563
8 月	7,585	5,247	1,484	3,764	1,600	338	399	5,300	2,285	111,469	7,730
9 月	11,468	7,561	1,669	5,892	3,420	433	54	7,059	4,409	111,797	11,948
10 月	7,290	4,424	1,079	3,345	2,204	440	222	4,427	2,864	113,424	6,867
11 月	8,124	5,202	1,179	4,023	1,587	431	904	5,811	2,313	113,297	8,208
12 月	10,327	6,989	1,753	5,237	2,184	391	763	7,301	3,026	112,078	11,030
2012 年 1 月	7,449	4,990	933	4,058	1,727	333	399	5,241	2,208	112,743	7,001
2 月	8,576	5,387	1,056	4,330	2,442	404	343	5,695	2,880	112,603	9,034
3 月	20,021	13,216	2,021	11,196	5,148	540	1,117	13,964	6,057	—	—

建　設　機　械　受　注　実　績

（単位：億円）

年　　月	05 年	06 年	07 年	08 年	09 年	10 年	11 年	11 年 3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	12 年 1 月	2 月	3 月
総　　額	14,749	17,465	20,478	18,099	7,492	15,342	19,520	1,660	1,590	1,638	1,744	1,662	1,542	1,502	1,802	1,634	1,831	1,641	1,500	1,851
海 外 需 要	9,530	11,756	14,209	12,996	4,727	11,904	15,163	1,274	1,269	1,191	1,238	1,333	1,173	1,145	1,517	1,208	1,441	1,306	1,089	1,378
海外需要を除く	5,219	5,709	6,268	5,103	2,765	3,438	4,357	386	321	447	506	329	369	357	285	426	390	335	411	473

（注）2005 ～ 2007 年は年平均で，2008 年～ 2011 年は四半期ごとの平均値で図示した。
2011 年 3 月以降は月ごとの値を図示した。

出典：国土交通省建設工事受注動態統計調査
内閣府経済社会総合研究所機械受注統計調査

…行事一覧…

（2012 年 4 月 1 日～ 30 日）

■ 機 械 部 会

■トンネル機械技術委員会 幹事会
月　日：4 月 3 日（火）
出席者：篠原望委員長ほか 7 名
議　題：①各分科会の平成 23 年度活動結果概要について　②平成 24 年度の分科会編成に関して　③日本建設機械要覧 2013 第 8 章の総説・概説の見直し担当者の選任　④その他

■原動機技術委員会代表 次期（2014 年）排ガス規制対応建機工合同打合せ
月　日：4 月 5 日（木）
出席者：長瀬隆二委員長ほか 11 名
議　題：①アンケート調査結果（2014 年規制対応状況，継続生産猶予等）②環境省への説明資料 内容検討・協議

■情報化機器技術委員会
月　日：4 月 6 日（金）
出席者：白塚敬三委員長ほか 6 名
議　題：① 2/21 開催の幹事会の報告・平成 23 年度活動結果と平成 24 年度活動計画　②平成 24 年度活動の具体案についての協議　③情報化施工機器の取付け容易化，共用化についての意見交換　④その他

■原動機技術委員会代表 次期（2014 年）排ガス規制対応建機工合同打合せ
月　日：4 月 10 日（火）
出席者：長瀬隆二委員長ほか 1 名
議　題：① 2014 年規制対応で想定される課題　② 2014 年規制における環境省への要望事項　③ 2006 年規制対応状況　④ 2011 年規制対応状況　⑤その他

■路盤・舗装機械技術委員会 幹事会
月　日：4 月 11 日（水）
出席者：行川恒弘委員長ほか 8 名
議　題：①日本建設機械要覧 2013 第 12 章および第 13 章の総説・概説見直し作業について　②その他

■基礎工事用機械技術委員会
月　日：4 月 11 日（水）
出席者：篠原慶二委員長ほか 13 名
議　題：① 2/21 機械部会幹事会の報告・平成 24 年度活動計画について　②平成 24 年度活動計画の活動テーマの具体的進め方について　③現場見学会の提案について　④その他

■コンクリート機械技術委員会
月　日：4 月 12 日（木）
出席者：大村高慶委員長ほか 6 名
議　題：① 2/21 開催の機会部会幹事会の報告について・平成 23 年度の活動結果と平成 24 年度の活動計画　②コンクリート機械の変遷資料（バッチャプラント，ミキサ）について　③コンクリート機械の事故事例について　④建設機械要覧 2013 の総説・概説の見直し作業について　⑤その他

■機械整備技術委員会
月　日：4 月 18 日（水）
出席者：森三朗委員長ほか 9 名
議　題：①オパシメータの紹介および実演について　② 2/21 開催の機会部会幹事会の報告・平成 23 年度活動結果と平成 24 年度活動計画について　③「整備の基本」の最終確認について　④ハイブリッド・電動（バッテリー含む）建機の整備の安全 WG　⑤その他（放射線影響下における建設機械の対応など情報）

■トンネル機械技術委員会 総会
月　日：4 月 24 日（火）
出席者：篠原望委員長ほか 22 名
議　題：①平成 23 年度の活動報告　②ビデオ上映「切り拓け，荒野の道」③平成 24 年度活動計画内容と活動メンバ構成について　④委員の意見交換（分科会の進め方，委員会，見学会への要望について）⑤事務連絡

■建築生産機会技術委員会 幹事会
月　日：4 月 25 日（水）
出席者：石倉武久委員長ほか 3 名
議　題：①平成 24 年度の活動計画について　②建設機械要覧 2013 の概説見直しの担当割り振りについて　③その他

■トラクタ技術委員会
月　日：4 月 26 日（木）
出席者：阿部里視委員長ほか 3 名
議　題：① 2/21 開催の機械部会幹事会の報告について・平成 23 年度の活動結果と平成 24 年度の活動計画　②平成 24 年度の活動計画の進め方について　③各社トピックス　④ 3/13 開催 JATA ／環境省オフロードヒヤリングおよび 3/21 開催環境省中環審自排専ディーゼル特殊自動車 5 団体ヒヤリングの報告について　⑤建設機械要覧 2013 の総説・概説の見直し作業について　⑥その他

■トンネル機械技術委員会・新技術・施工技術分科会
月　日：4 月 26 日（木）
出席者：若山真則分科会長ほか 5 名
議　題：①平成 24 年度活動内容の確認について　②その他

■ 建 設 業 部 会

■機電技術者交流企画 WG
月　日：4 月 5 日（木）
出席者：山﨑忍幹事長ほか 9 名
議　題：①本 WG の立ち上げについて　②機電技術者意見交換会のあり方について（各社意見）　③その他

■ドラグショベル吊り上げ作業の事故予防検討会
月　日：4 月 12 日（木）
出席者：坂下誠委員ほか 6 名
議　題：①検討会の立ち上げにあたり　②活動内容の検討（案）　③今後の活動日程　④その他

■三役会
月　日：4 月 12 日（木）
出席者：山﨑忍幹事長ほか 7 名
議　題：①平成 24 年度事業計画について　②分科会・WG の立ち上げについて　③平成 24 年度部会活動スケジュールについて　④その他

■ レンタル業部会

■コンプライアンス分科会
月　日：4 月 3 日（火）
出席者：中島嘉幸部会長ほか 8 名
議　題：①「建設機械等レンタル契約の手引き」解説欄の検討　②関東地整・JCMA 間災害協定に伴うアンケート調査結果について　③その他

■ 各 種 委 員 会 等

■機関誌編集委員会
月　日：4 月 4 日（水）
出席者：田中康順委員長ほか 24 名
議　題：①平成 24 年 7 月号（第 749 号）の計画の審議・検討　②平成 24 年 8 月号（第 750 号）の素案の審議・検討　③平成 24 年 9 月号（第 751 号）の編集方針の審議・検討　④平成 24 年 4 ～ 6 月号（第 746 ～ 748 号）の進捗状況の報告・確認

■建設経済調査分科会
月　日：4 月 18 日（水）
出席者：山名至孝分科会長 1 名
議　題：①平成 24 年度掲載項目の検討　②担当者の提示及び決定　③その他

■新機種調査分科会
月　日：4 月 24 日（火）

出席者：江本平分科会長ほか 3 名
議　題：①新機種情報の持ち寄り検討　②新機種紹介データまとめ　③その他

…支部行事一覧…

■ 北 海 道 支 部

■調査部会調査委員会
月　日：4 月 17 日（火）
出席者：村椿紀幸調査委員会委員長ほか 24 名
議　題：①平成 24 年度建設機械等損料の改正動向等について　②その他（連絡事項等）

■情報化施工推進検討 WG 事務局会議（建設，建機・測器合同部会）
月　日：4 月 20 日（金）
場　所：北海道支部会議室
出席者：堺実 WG 副座長ほか 10 名
内　容：①「平成 24 年度情報化施工地方セミナー」について　②情報化施工 HP 更新について　③次回事務局会議及び WG 開催予定について

■会計監事会
月　日：4 月 23 日（月）
場　所：北海道支部会議室
出席者：藤枝靖規会計監事，町田孝三会計監事
議　題：平成 23 年度決算書の監査について

■第 1 回企画部会
月　日：4 月 25 日（水）
出席者：野坂隆一企画部会長ほか 11 名
議　題：①平成 23 年度事業報告（案）について　②平成 23 年度決算報告（案）について　③平成 24 年度事業計画について　④平成 24 年度収支予算について　⑤その他…第 1 回運営委員会及び第 1 回総会関係，新法人移行に伴う定款及び支部規定等について，北海道支部会費及び入会金規定について

■ 東 北 支 部

■建設部会
月　日：4 月 10 日（火）
場　所：東北支部会議室
出席者：佐野真部会長ほか 6 名
内　容：①委員の交代　②新副部会長の選出　③平成 23 年度活動実績　④平成 24 年度活動計画　⑤支部たより「安全コーナー」　⑥ 60 周年記念誌について　⑦特殊現場見学会について

■施工部会
月　日：4 月 19 日（水）
場　所：仙台保健福祉専門学校
出席者：稲村正弘部会長ほか 3 名
内　容：平成 24 年度建設機械施工技術検定学科試験実施について

■ 北 陸 支 部

■普及部会
月　日：4 月 19 日（木）
場　所：新潟県建設会館
出席者：青木鉄朗普及部会長ほか 10 名
議　題：平成 23 年度支部活動報告及び 24 年度活動計画について

■長岡国道事務所雪氷研究会
月　日：4 月 24 日（火）
場　所：アトリウム長岡
出席者：三日月事務局長
議　事：長岡国道事務所雪寒事業の研究発表

■ 中 部 支 部

■会計監事会
月　日：4 月 25 日（水）
場　所：中部支部事務局
出席者：小林幸弘会計監事，近藤正征会計監事
内　容：平成 23 年度決算会計監査

■「建設技術フェア 2012 in 中部」幹事会に出席
月　日：4 月 26 日（木）
出席者：（代理）五嶋政美事務局長
議　題：「建設技術フェア 2012 in 中部」実施について

■ 関 西 支 部

■建設業部会
月　日：4 月 17 日（火）
場　所：追手門学院 大阪城スクエア 会議室
出席者：太田義己部会長以下 27 名
議　題：①新部会長・副部会長挨拶　②平成 23 年度活動報告　③平成 24 年度事業計画（案）説明…部会の開催，見学会の開催，懇談会の開催，各部会との交流，部会運営における課題・問題点　④その他

■企画部会
月　日：4 月 19 日（木）
場　所：関西支部 会議室
出席者：髙橋通夫委員以下 7 名
議　題：①平成 23 年度事業報告（案）について　②建設機械の優良運転員等表彰について　③運営委員の選出について　④新入会員について　⑤講演会（総会後）講師について

■建設業・リース・レンタル業合同幹事会
月　日：4 月 23 日（月）
場　所：関西支部 会議室
出席者：太田義己建設業部会長，伊勢木浩二リース・レンタル業部会長以下 4 名
内　容：第 1 回合同見学会について

■会計監事会
月　日：4 月 24 日（火）
場　所：関西支部 会議室
出席者：中山金光会計監事，神谷敏孝会計監事
内　容：平成 23 年度決算報告および関係書類にもとづく会計監査の実施

■運営委員会
月　日：4 月 25 日（水）
場　所：大阪キャッスルホテル 6 階会議室
出席者：深川良一支部長以下 24 名
議　題：①平成 23 年度 事業報告（案）および決算報告（案）について　②平成 24・25 年度運営委員の選任について　③優良建設機械運転員等表彰の承認について　④支部総会後の特別講演について　⑤その他

■建設用電気設備特別専門委員会（第 386 回）
月　日：4 月 25 日（水）
場　所：中央電気倶楽部 会議室
議　題：①専門委員会総会　②前回議事録読会　③「JEM-TR104 建設工事用受配電設備点検保守チェックリスト」見直し検討　④その他

■ 中 国 支 部

■第 8 回特集号編集委員会
月　日：4 月 2 日（月）
場　所：広島 YMCA 会議室
出席者：小石川広報部会長ほか 6 名
議　題：①構成（案）の確認・修正について　②作業内容・進捗状況の確認等について　③その他懸案事項

■第 1 回企画部会
月　日：4 月 10 日（火）
場　所：中国支部事務所
出席者：髙倉寅喜部会長ほか 5 名
議　題：①平成 23 年度事業報告等について　②平成 24 年度建設の機械化施工優良技術者表彰について　③中国地方整備局との「防災協定」の関連について　④その他懸案事項

■会計監事会
月　日：4 月 16 日（月）

場　所：中国支部事務所
出席者：小林真人会計監事ほか 3 名
議　題：平成 23 年度決算会計監査

■第 3 回部会長会議
月　日：4 月 16 日（月）
場　所：広島 YMCA 会議室
出席者：髙倉寅喜企画部会長ほか 9 名
議　題：①平成 23 年度事業報告及び決算報告について　②平成 24 年度建設の機械化施工優良技術者表彰の募集結果について　③「情報伝達訓練」の実施について　④その他懸案事項

■第 30 回「新技術・新工法」発表会
月　日：4 月 17 日（火）
場　所：RCC 文化センター 701
参加者：92 名
講　話：施工企画行政の最近の話題…国土交通省中国地方整備局企画部施工企画課長補佐 和崎正令氏
技術発表：①天然ゼオライトをベースとした重金属の吸着剤について…大福工業㈱環境部 小村一行氏　②集中豪雨や高潮などの浸水から財産を守る防水扉…㈱大和鉄工所営業部 正本淳氏　③特殊エジェクターを用いたダム貯水池の堆砂処理工法…㈱ハザマ土木事業本部 天明敏行氏　④貝殻利用技術「JF シェルナース」の提案…㈱大本組技術本部 足立吉宏氏
映像発表：①「ペルシャンブルーの海で…」パームジュメーラ海底道路トンネルプロジェクト…大成建設㈱土木本部　② SD 工法を用いた硬岩トンネルの掘削―紀宝トンネル…㈱奥村組東日本支社

■第 9 回特集号編集委員会
月　日：4 月 20 日（金）
場　所：広島 YMCA 会議室
出席者：小石川広報部会長ほか 6 名
議　題：①構成（案）の確認・修正について　②作業内容及び校正の確認等について　③その他懸案事項

■上期運営委員会
月　日：4 月 23 日（月）
場　所：広島 YMCA 会議室
出席者：河原能久支部長ほか 20 名
議　題：①平成 23 年度事業報告に関する件　②平成 23 年度決算報告に関する件　③平成 24 年度役員改選に関する件　④平成 24 年度建設の機械化施工優良技術者表彰に関する件　⑤会費及び入会金規程に関する件　⑥その他懸案事項

■ 四　国　支　部

■機関誌「しこく」編集委員会の開催
月　日：4 月 19 日（木）
場　所：サン・イレブン高松
出席者：小松修夫企画部会長ほか 5 名
議　題：機関誌「しこく」No.89 の編集内容について

■合同部会幹事会の開催
月　日：4 月 19 日（木）
場　所：サン・イレブン高松
出席者：小松修夫企画部会長ほか 21 名
議　題：①平成 23 年度事業報告について　②平成 23 年度決算報告について　③平成 24 年度事業計画書について　④平成 24 年度予算書について　⑤平成 24 年度優良建設機械運転員・整備員及び支部功労者等表彰者名簿（案）について　⑥その他

■平成 24 年度第 1 回運営委員会の開催
月　日：4 月 24 日（火）
場　所：ホテル マリンパレスさぬき
出席者：工藤建夫副支部長ほか 20 名
議　題：①平成 23 年度事業報告に関する件　②平成 23 年度決算報告に関する件　③平成 24 年度事業計画に関する件　④平成 24 年度収支予算に関する件　⑤平成 24・25 年度役員選任に関する件　⑥平成 24 年度優良建設機械運転員・整備員及び支部功労者等表彰に関する件　⑦四国支部会費及び入会金規程（案）に関する件

■ 九　州　支　部

■企画委員会
月　日：4 月 25 日（水）
出席者：江崎哲郎支部長ほか 6 名
議　題：①総会・運営委員会の運営方法について　②総会時の議案書について　③建設機械施工技術検定試験について　④社会保険未加入者対策説明会資料送付について　⑤災害支援体制表の見直し結果について　⑥橋梁・大口径・損料積算講習会について

編集後記

東日本大震災から1年と3ヶ月が経とうとしておりますが，復旧，復興にはまだまだ時間が掛かりそうで，地震の怖さと被害の大きさを痛感させられます。

編集後記を書いている今，明るい話題として，平安時代以来の5月21日の金環日食と，2012年7月27日から8月12日に開催されるロンドンオリンピックに向けての予選に盛り上がりを感じております。

さて，編集方針として，ライフラインとは日常生活に欠かせない電気，水道，ガスなどはもちろん，物流や人の移動に関わる運輸・交通も含まれます。さらにインターネットが普及した現代においては，情報通信網も途絶えてはならない設備です。

今月号では，東日本大震災を踏まえ，ライフラインの復旧，復興，防災に関することを主体として，様々な分野の取り組みに大きな焦点を当てさせていただきました。

巻頭言では，地震工学，都市地震防災を研究されている，岐阜大学の能島教授にお願いし，二度の大震災の解析と来るべき地震に備えて，事前対策としてライフラインの設備の脆弱性の低減と事後対策としての回復力について問題提起していただきました。

行政情報，特集報文では，災害時を考慮した地域モビリティの確保について，下水道等の各施設の復旧について，道路構造物の技術基準，道路ネットワークの課題について，センサーネットワークについて等，今回の大震災を見つめ，平常時の備えができていないと，災害時には何もできないということ，各地域の防災計画や津波想定等との整合を図りながら，国及び地方公共団体が連携し，計画的な各水道施設の地震・津波対策を推進しなければならないこと，今回震災で得られた新たな教訓や知見が今後の対策に役立ち，来る地震時の被害防止に少しでも貢献できることを願うこと等について執筆していただきました。

交流の広場では，津波によって大破した家屋，自動車を含むがれき処理の一部を紹介していただきました。

今後，想定される東海・東南海・南海等の巨大地震に対する備えとして，これらの報文が少しでも皆様の参考になれば幸いです。

最後になりましたが，ご多忙中にもかかわらず，快くご執筆を引き受けていただいた執筆者の方々に心から厚く御礼を申し上げます。ありがとうございました。

（田岡・渥美）

機関誌編集委員会

編集顧問

浅井新一郎　今岡　亮司
加納研之助　桑垣　悦夫
後藤　勇　佐野　正道
新開　節治　関　克己
髙田　邦彦　田中　康之
塚原　重美　中岡　智信
中島　英輔　橋元　和男
本田　宜史　渡邊　和夫

編集委員長

田中　康順　鹿島道路㈱

オブザーバ

山下　尚　国土交通省

編集委員

桑原　一登　農林水産省
伊藤　健一　㈳鉄道・運輸機構
篠原　望　鹿島建設㈱
和田　一知　㈱KCM
安川　良博　㈱熊谷組
渥美　豊　コベルコ建機㈱
原　茂宏　コマツ
藤永友三郎　清水建設㈱
赤神　元英　日本国土開発㈱
山本　茂太　キャタピラージャパン㈱
岡崎　直人　㈱竹中工務店
齋藤　琢　東亜建設工業㈱
相田　尚　㈱NIPPO
田岡　秀邦　日本道路㈱
船原三佐夫　日立建機㈱
岡本　直樹　山﨑建設㈱
中村　優一　㈱奥村組
石倉　武久　住友建機㈱
江本　平　範多機械㈱
京免　継彦　佐藤工業㈱
野元　義一　五洋建設㈱
藤島　崇　施工技術総合研究所

7月号「建設施工の安全対策特集」予告
- 建設業における労働災害の発生状況と災害防止の具体策
- 鉄道・運輸機構における鉄道建設工事の事故防止の取組み
- 北陸新幹線白山車両基地建設工事の安全対策
- 鉄道営業線近接工事の安全対策（昇降機のオンレール搬入）
- 土木工事におけるドラグショベル作業の安全を考える
- スマホで運行管理
- 高所作業車挟まれ防止補助装置の開発
- 車両検知システムと遠隔監視Web動画カメラの開発　カーデル・カークルとジオスコープ
- 潜水作業における安全性の向上に向けて　水中ポジショニングシステムの開発
- マレーシア，パハンセランゴール導水トンネル
- 放射線の基礎および建設重機等の汚染管理
- 放射線に汚染された瓦礫を有人で処理する建機　放射線遮蔽キャビン付きフォークリフトの開発
- 東日本大震災に活躍した「油吸着分解剤」

No.748「建設の施工企画」
2012年6月号
〔定価〕1部840円（本体800円）
年間購読料9,000円

平成24年6月20日印刷
平成24年6月25日発行（毎月1回25日発行）
編集兼発行人　辻　靖三
印刷所　日本印刷株式会社

発行所　一般社団法人　日本建設機械施工協会
〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5番8号　機械振興会館内
電話（03）3433－1501；Fax（03）3432－0289；http://www.jcmanet.or.jp/

施工技術総合研究所─〒417－0801 静岡県富士市大渕3154　電話（0545）35－0212
北海道支部─〒060－0003 札幌市中央区北三条西2－8　電話（011）231－4428
東北支部─〒980－0802 仙台市青葉区二日町16－1　電話（022）222－3915
北陸支部─〒950－0965 新潟市中央区新光町6－1　電話（025）280－0128
中部支部─〒460－0008 名古屋市中区栄4－3－26　電話（052）241－2394
関西支部─〒540－0012 大阪市中央区谷町2－7－4　電話（06）6941－8845
中国支部─〒730－0013 広島市中区八丁堀12－22　電話（082）221－6841
四国支部─〒760－0066 高松市福岡町3－11－22　電話（087）821－8074
九州支部─〒812－0013 福岡市博多区博多駅東2－8－26　電話（092）436－3322

本誌上への広告は ㈱共栄通信社までお問い合せ下さい。
本社　〒105-0004　東京都港区新橋3-15-8（精工ビル5F）　電話03-5472-1801　FAX03-5472-1802　E-MAIL：info@kyoeitushin.co.jp
担当　本社編集部　宗像 敏